



## Sistem penyaluran dan distribusi pipa gas





Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN  
Gd. Mangala Wanabakti  
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.  
Telp. +6221-5747043  
Fax. +6221-5747045  
Email: [dokinfo@bsn.go.id](mailto:dokinfo@bsn.go.id)  
[www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

Diterbitkan di Jakarta

© BSN 2009



## Daftar isi

## Contents

Daftar isi .....	i	Contents .....	i
Prakata .....	vii	Preface .....	vii
Ketentuan dan definisi umum .....	1	General provisions and definitions .....	1
801 Umum .....	1	801 General .....	1
802 Ruang lingkup dan tujuan .....	1	802 Scope and intent .....	1
803 Definisi sistem perpipaan .....	4	803 Piping systems definitions .....	4
804 Definisi komponen sistem perpipaan .....	10	804 Piping systems component definitions .....	10
805 Istilah desain, fabrikasi, pengoperasian dan pengujian .....	16	805 Design, fabrication, operation, and testing terms .....	16
I Material dan peralatan .....	20	I Materials and equipment .....	20
810 Material dan peralatan .....	20	810 Materials and equipment .....	20
811 Kualifikasi material dan peralatan .....	20	811 Qualification of materials and equipment .....	20
812 Material untuk digunakan di cuaca dingin .....	22	812 Materials for use in cold climates .....	22
813 Penandaan .....	22	813 Marking .....	22
814 Spesifikasi material .....	22	814 Material specifications .....	22
815 Spesifikasi peralatan .....	24	815 Equipment specifications .....	24
816 Pengangkutan pipa .....	24	816 Transportation of line pipe .....	24
817 Syarat untuk penggunaan ulang pipa .....	25	817 Conditions for the reuse of pipe....	25
II Pengelasan .....	30	II Welding .....	30
820 Pengelasan .....	30	820 Welding .....	30
821 Umum.....	30	821 General .....	30
822 Persiapan untuk pengelasan .....	31	822 Preparation for welding .....	31
823 Kualifikasi prosedur dan juru las .....	31	823 Qualification of procedures & welders	31
824 Pemanasan Awal... ..	33	824 Preheating .....	33
825 Pelepasan Tegangan .....	33	825 Stress relieving .....	33
826 Inspeksi Lasan .....	36	826 Welding and inspection tests .....	36
827 Reparasi atau penghilangan lasan yang cacat pada perpipaan yang direncanakan beroperasi pada tingkat tegangan melingkar 20% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih .....		827 Repair or removal of defective welds in piping intended to operate at 20% or more of the specified minimum yieldstrength.....	



.....	37	.....	37
III Komponen sistem perpipaan dan detail pabrikan .....	39	III Piping system components and fabrication details .....	39
830 Komponen sistem perpipaan dan detail pabrikan .....	39	830 Piping system components and fabrication details .....	39
831 Komponen sistem perpipaan .....	39	831 Piping system components .....	39
832 Ekspansi dan fleksibilitas .....	57	832 Expansion and flexibility .....	57
833 Desain Tegangan Longitudinal ....	60	833 Combined Stress Calculations .....	60
834 Penyanggaan dan penjangkaran untuk perpipaan yang diekspos .....	67	834 Supports and anchorage for exposed piping .....	67
835 Penjangkaran untuk perpipaan tertanam .....	68	835 Anchorage for buried piping .....	68
IV Desain, pemasangan, dan pengujian .....	71	IV Design, installation, and testing ....	71
840 Desain, pemasangan, dan pengujian .....	71	840 Design, installation, and testing .....	71
841 Pipa baja .....	77	841 Steel pipe .....	77
842 Material lain .....	110	842 Other materials .....	110
843 Stasiun kompresor .....	128	843 Compressor stations .....	128
844 <i>Holder</i> tipe pipa dan tipe botol .....	137	844 Pipe type and bottle type holders ....	137
845 Pengendalian dan pembatasan tekanan gas .....	140	845 Control and limiting of gas pressure . .	140
846 Katup <sup>3</sup> .....	163	846 Valves .....	163
847 <i>Vaults</i> .....	166	847 Vaults .....	166
848 Meter dan regulator pelanggan .....	169	848 Customer's meter and regulators ...	169
849 Pipa servis gas .....	171	849 Gas service lines .....	171
V Prosedur pengoperasian dan pemeliharaan .....	183	V Operating and maintenance procedures .....	183
850 Prosedur pengoperasian dan pemeliharaan yang mempengaruhi keselamatan fasilitas transmisi dan distribusi gas .....	183	850 Operating and maintenance procedures affecting the safety of gas transmission and distribution facilities .....	183
851 Pemeliharaan pipa penyalur .....	190	851 Pipeline maintenance .....	190
852 Pemeliharaan perpipaan distribusi..	206	852 Distribution piping maintenance.....	206
853 Pemeliharaan fasilitas lainnya.....	215	853 Miscellaneous facilities maintenance ...	215
854 Kelas lokasi operasi dan perubahan-perubahan dalam jumlah bangunan yang dimaksudkan untuk hunian manusia .....	222	854 Location class and changes in number of building intended for human occupancy .....	222
855 Konsentrasi penduduk pada kelas lokasi 1 dan 2		855 Concentrations of people in location classes 1 and 2 .....	



.....	226	.....	226
856 Pengubahan servis pipa penyalur .....	228	856 Pipeline service conversions .....	228
VI Pengendalian korosi .....	231	VI Corrosion control .....	231
860 Pengendalian korosi .....	231	860 Corrosion control .....	231
861 Ruang lingkup .....	231	861 Scope .....	231
862 Pengendalian korosi eksternal .....	232	862 External corrosion control .....	232
863 Pengendalian korosi internal .....	242	863 Internal corrosion control .....	242
864 Pipa penyalur dalam lingkungan daerah kutub.....	247	864 Pipelines in arctic environments ....	247
865 Saluran pipa dalam suhu servis suhu tinggi .....	250	865 Pipelines in high temperature service .....	250
866 Korosi tegangan dan fenomena lain .....	252	866 Stress corrosion and other phenomena .....	252
867 Rekaman .....	253	867 Records .....	253
VII Hal lain .....	254	VII Miscellaneous .....	254
870 Hal-hal Lain .....	254	870 Miscellaneous .....	254
871 Pemberian odoran .....	254	871 Odorization .....	254
872 Sistem elpiji (LPG).....	255	872 Liquefied petroleum gas (LPG) systems .....	255
873 Saluran pipa pada hak lintas pribadi yang diperuntukan bagi saluran transmisi listrik .....	256	873 Pipelines on private right-of-way of electric transmission lines .....	256
VIII Saluran gas lepas pantai .....	258	VIII Offshore gas transmission .....	258
A800 Saluran gas lepas pantai .....	258	A800 Offshore gas transmission .....	258
A801 Informasi umum .....	258	A801 General information .....	258
A802 Ruang lingkup dan tujuan .....	258	A802 Scope and intent .....	258
A803 Definisi saluran gas lepas pantai .....	259	A803 Offshore gas transmission terms and definitions .....	259
A811 Kualifikasi material dan peralatan... ..	261	A811 Qualifications of materials and equipment .....	261
A814 Spesifikasi material .....	262	A814 Material specifications .....	262
A817 Kondisi Untuk Pipa Yang Dipakai Kembali Dan Dikualifikasi Ulang.....	262	A816 Transportation of line pipe .....	262
A820 Pengelasan pipa penyalur lepas pantai .....	263	A820 Welding offshore pipelines .....	263
A821 Umum .....	263	A821 General .....	263
A823 Kualifikasi prosedur dan juru las.....		A823 Qualification of procedure & welder .....	



.....	264	.....	264
A825 Pelepasan tegangan .....	265	A825 Stress relieving .....	265
A826 Uji pengelasan dan inspeksi .....	265	A826 Welding and inspection tests .....	265
A830 Komponen sistim pipa dan detail... pabrikasi.....	266	A830 System components and fabrication details .....	266
A831 Komponen sistem perpipaan..... .....	266	A831 Piping system components .....	266
A832 Ekspansi dan fleksibilitas .....	267	A832 Expansion and flexibility .....	267
A834 Penyanggaan dan penjangkaran untuk perpipaan yang terekspos .....	267	A834 Supports and Anchorage for exposed piping .....	267
A835 Penjangkaran untuk pipa yang ditanam .....	268	A835 Anchorage for buried piping .....	268
A840 Pendesainan, pemasangan dan..... pengetesan.....	268	A840 Design, installation, and testing .....	268
A841 Pertimbangan perancangan .....	268	A841 Design considerations .....	268
A842 Pertimbangan kekuatan.....	271	A842 Strength considerations .....	271
A843 Stasiun kompresor.....	279	A843 Compressor stations .....	279
A844 Stabilitas <i>on-bottom</i> .....	281	A844 On bottom stability .....	281
A846 Katup .....	284	A846 Valves .....	284
A847 Pengetesan .....	284	A847 Testing .....	284
A850 Prosedur perawatan dan pengoperasian yang mempengaruhi keselamatan fasilitas transmisi gas .....	286	A850 Operating and maintenance procedures affecting the safety of gas transmission facilities .....	286
A851 Perawatan pipa penyalur .....	288	A851 Pipeline maintenance .....	288
A854 Kelas lokasi .....	290	A854 Location class .....	290
A860 Pengendalian korosi saluran pipa lepas pantai .....	290	A860 Corrosion control of offshore pipelines .....	290
A861 Ruang lingkup.....	290	A861 Scope .....	290
A862 Pengendalian korosi eksternal .....	291	A862 External corrosion control .....	291
A864 Pengendalian korosi internal .....	297	A864 Internal corrosion control .....	297
IX Service gas asam .....	298	IX sour gas service .....	298
B800 Service gas alam .....	298	B800 Sour gas service .....	298
B801 Umum .....	298	B801 General .....	298
B802 Lingkup dan maksud .....	298	B802 Scope and intent .....	298
B803 Istilah dan definisi gas asam .....	299	B803 Sour gas terms and definition .....	299
B813 Marka .....	300	B813 Marking .....	300
B814 Spesifikasi material .....	300	B814 Material specifications .....	300
B820 Pengelasan saluran pipa gas asam		B820 Welding sour gas pipelines.....	



.....	300	.....	300
B821 Umum .....	300	B821 General .....	300
B822 Persiapan untuk pengelasan .....	301	B822 Preparation for welding .....	301
B823 Prosedur-prosedur kualifikasi dan pengelas.....	301	B823 Qualifications of procedures and welders.....	301
B824 Pra pemanasan.....	302	B824 Preheating .....	302
B825 Pelepasan tegangan .....	302	B825 Stress relieving .....	302
B826 Uji pengelasan dan inspeksi .....	303	B826 Welding and inspection tests .....	303
B830 Komponen sistem perpipaan dan detail fabrikasi .....	304	B830 Piping system components and fabrication details .....	304
B831 Komponen sistem perpipaan .....	304	B831 Piping system components .....	304
B840 Perancangan, pemasangan dan pengujian.....	305	B840 Design, installation, and testing....	305
B841 Pipa baja .....	305	B841 Steel pipe .....	306
B842 Material-material lainnya .....	306	B842 Other materials .....	306
B843 Stasiun kompresor .....	307	B843 Compressor stations .....	307
B844 Pemegang jenis pipa dan botol .....	307	B844 Pipe-type and bottle-type holders ..	307
B850 Tambahan pertimbangan untuk pengoperasian dan perawatan yang mempengaruhi keselamatan saluran pipa gas asam .....	307	B850 Additional operating and maintenance considerations affecting the safety of sour gas pipelines .....	307
B851 Perawatan saluran pipa .....	309	B851 Pipeline maintenance .....	309
B855 Konsentrasi orang di lokasi kelas 1 dan 2.....	310	B855 Concentrations of people in location classes 1 and 2 .....	310
B860 Pengendalian korosi untuk pipa penyalur gas asam .....	310	B860 Corrosion control of sour gas pipelines .....	310
B861 Umum .....	310	B861 General .....	310
B862 Pengendalian korosi eksternal .....	311	B862 External corrosion control .....	311
B863 Pengendalian korosi internal .....	312	B863 Internal corrosion control .....	312
B866 Korosi tegangan dan fenomena lainnya .....	312	B866 Stress corrosion and other phenomena .....	312
Lampiran A : Acuan normative .....	314	Appendix A : References .....	314
Lampiran B: Daftar subyek dan nomor dari standar dan Spesifikasi yang ada di Lampiran A .....	318	Appendix B: Numbers and subjects of standards and specifications that appear in Appendix A .....	318
Lampiran C: Publikasi yang tidak terdapat dalam standar ini atau apendiks A .....	319	Appendix C: Publications that do not appear in the code or Appendix A .....	319
Lampiran D: Kuat ulur minimum spesifikasi untuk pipa baja yang biasanya dipakai dalam sistim pipa .....	322	Appendix D: Specified minimum yield strength for steel pipe commonly used in piping system .....	322
Lampiran E: Faktor fleksibilitas dan intensifikasi tegangan .....	323	Appendix E: Flexibility and stress intensification factors .....	323



Lampiran F: Header ekstrusi dan sambungan cabang lasan.....	331	Appendix F: Extruded headers and welded branch connections.....	331
Lampiran G: Pengujian juru las yang dibatasi untuk bekerja pada saluran yang beroperasi pada tegangan melingkar kurang dari 20% kuat ulur minimum sesuai spesifikasi .....	339	Appendix G: Test of welders who are limited to work on lines operating at hoop stresses of less than 20% of the specified minimum yield strength .....	339
Lampiran H: Uji pemipihan untuk pipa....	342	Appendix H: Flattening test for pipe.....	342
Lampiran I: Persiapan akhir untuk lasan <i>butt</i> .....	344	Appendix I: End preparation for butt welding.....	344
Lampiran J: Faktor konversi yang biasa dipakai .....	353	Appendix J: Commonly used conversion factors.....	353
Lampiran K: Kriteria untuk perlindungan katodik .....	358	Appendix K: Criteria for cathodic protection .....	358
Lampiran L: Penentuan kekuatan sisa pipa yang terkorosi .....	363	Appendix L: Determination of remaining strength of corroded pipe .....	363
Lampiran M: Kriteria pengendalian kebocoran gas.....	365	Appendix M: Gas leakage control criteria.....	365
Lampiran N: Praktek yang direkomendasikan untuk pengetesan hidrostatik saluran pipa di tempat .....	380	Appendix N: Recommended practice for hydrostatic testing of pipelines in place.....	380
Lampiran O: Persiapan untuk pertanyaan teknis bagi ASME Code for pressure piping B31 .....	385	Appendix O: Preparation of technical inquiries to the ASME Code for Pressure piping, B31.....	385
Lampiran P: Nomenklatur untuk gambar...387		Appendix P: Nomenclatures for figures....	387
Lampiran Q: Lingkup lingkup diagram....	388	Appendix Q: Scope diagram.....	388
Lampiran R: Perkiraan regangan pada penyokan.....	391	Appendix R: Scope diagram.....	391



## Prakata

Standar Nasional Indonesia SNI 3474-2009, Sistem penyaluran dan distribusi pipa gas, dirumuskan oleh Sub Panitia Teknis 75-01/S1 Sistem Transportasi Perpipaan.

SNI ini mencakup prosedur inspeksi, reparasi, alterasi dan rerating untuk sistem perpipaan metal yang telah beroperasi.

SNI ini dikembangkan untuk kilang minyak bumi dan industri proses kimia, tetapi dapat digunakan secara praktis, untuk setiap sistem perpipaan.

Standar ini dimaksudkan untuk dipergunakan ketentuan umum dan definisi umum, material dan peralatan, pengelasan, komponen sistem perpipaan dan detail pabrikan, pendesainan, pemasangan dan pengujian, prosedur pengoperasian dan pemeliharaan, pengendalian korosi dan hal lain-lain serta saluran gas lepas panatai.

Bilamana ada bagian-bagian yang kurang jelas dalam standar ini, seharusnya merujuk kepada standar asli *ASME B31.8, Gas transmission and distribution piping system*, Edisi terbaru.

Standar ini telah di konsensuskan pada tanggal 27-28 November 2007 di Jakarta, yang dihadiri oleh produsen, konsumen, pakar dan pemerintah.

## Preface

Standard National Indonesia SNI 3474-2009, Gas transmission and distribution piping system. The national committee which responsibility this standard is Sub Technical Committee 75-01/S1 on Pipeline Transportation System.

These SNI are covers inspection, repair, alternation, and rerating procedures for metallic piping systems that have been in service.

These SNI was developed for the petroleum refining and chemical process industries but may be used, where practical, for any piping system.

It is intended for use by organization that general provisions and definitions, material and equipment, welding, piping system components and fabrication details, design, installation and testing, operating and maintenance procedures, corrosion control, miscellaneous and offshore gas transmission.

When there are parts an unacceptable on these standard, its should be referred to the original standard, *ASME B31.8, Gas transmission and distribution piping system*, new edition.

Consensus has been conducted in Jakarta on November 27-28, 2007, attended by representatives from producers, consumers, government and expert.



## Sistem penyaluran dan distribusi pipa gas

## Gas transmission and distribution piping system

### Ketentuan dan definisi umum

### General provisions and definitions

#### 801 Umum

#### 801 General

##### 801.1 Standar dan spesifikasi

##### 801.1 Standards and specifications

**801.11** Standar dan spesifikasi yang penggunaannya disetujui untuk digunakan dalam standar ini serta nama dan alamat organisasi yang mensponsori, dicantumkan dalam lampiran A. Dianggap tidak praktis untuk mengacu edisi tertentu dari tiap-tiap standar dan spesifikasi dalam paragraf standar ini secara tersendiri.

**801.11** Standards and specifications approved for use under the code and the names and addresses of the sponsoring organizations are shown in appendices A. It is not considered practicable to refer to a specific edition of each of the standards and specifications in the individual code paragraphs.

**801.12** Penggunaan standar dan spesifikasi yang tergabung dalam referensi. Beberapa standar dan spesifikasi yang disebutkan dalam lampiran A ditambahkan sebagai suplemen oleh persyaratan tertentu dalam Standar ini.

**801.12** Use of standards and specifications incorporated by reference. Some standards and specifications cited in Appendices A are supplemented by specific requirements elsewhere in this Code.

Pemakai standar ini disarankan tidak diterapkan secara langsung bagian mana pun dari standar tersebut tanpa mengamati secara saksama acuan Standar ini terhadap standar tersebut.

Users of this Code are advised against attempting direct application of any of these standards without carefully observing the Code's reference to that standard.

##### 801.2 Dimensi standar

##### 801.2 Standard dimensions

Apabila memungkinkan, dimensi dalam Standar Nasional agar diikuti. Paragraf atau notasi yang menspesifikasi hal ini dan standar dimensional lain dalam standar, bagaimanapun, adalah tidak wajib, di samping itu rancangan lain yang kekuatan dan kerapatannya sama, dan kemampuan menahan persyaratan uji yang sama, dapat digunakan sebagai pengganti.

Adherence to american national standard dimensions is strongly recommended wherever practicable. Paragraphs or notations specifying these and other dimensional standards in this code, however, shall not be mandatory, provided that other designs of at least equal strength and tightness, capable of withstanding the same test requirements, are substituted.

##### 801.3 Konversi SI (metrik)

##### 801.4 SI (metric) conversion

Faktor yang digunakan dalam mengkonversi satuan english ke satuan SI, lihat lampiran J.

For factors used in converting english units to SI units, see appendix J.

#### 802 Ruang lingkup dan tujuan

#### 802 Scope and intent

##### 802.1 Ruang lingkup

##### 802.1 Scope

**802.11** Standar ini mencakup perancangan, fabrikasian, pemasangan, penginspeksian,

**802.11** This Code covers the design, fabrication, installation, inspection, testing



pengetesan perpipaan yang digunakan untuk pengangkutan gas. Standar ini juga mencakup aspek keselamatan dari operasi dan pemeliharaan dari fasilitas tersebut.

**802.12** Standar ini tidak berlaku untuk :

- a) perancangan dan pembuatan bejana tekan yang dicakup oleh *ASME Boiler and pressure vessel code*;
- b) perpipaan dengan suhu logam di atas 450 °F atau di bawah -20 °F. (Untuk suhu rendah di dalam rentang yang dicakup standar ini, lihat butir 812)
- c) perpipaan setelah keluaran perangkat meter pelanggan (lihat ANSI Z223.1 dan NFPA 54).
- d) perpipaan pada kilang minyak, perpipaan pada kilang pengolahan gas selain dari perpipaan induk aliran gas pada dehidrasi, dan semua kilang pengolahan lainnya yang dipasang sebagai bagian dari sistem transmisi gas, kilang pembuat gas, kilang di lingkungan perindustrian dan pertambangan (Lihat standar perpipaan tekan lainnya yang berlaku);
- e) perpipaan pembuangan gas yang bekerja pada tekanan atmosfer;
- f) rakitan kepala sumur termasuk kerangan pengendali, penyalur aliran antara kepala sumur dan penangkap atau separator, perpipaan fasilitas produksi anjungan lepas pantai atau casing dan tubing dalam sumur gas atau minyak (untuk perpipaan fasilitas produksi lepas pantai, lihat API RP 14E);
- g) perancangan dan pembuatan hal-hal khusus untuk peralatan, aparatus, atau instrumentasi;
- h) pendesainan dan pembuatan penukar kalor, (mengacu ke standar TEMA);
- i) sistem perpipaan penyalur minyak bumi (lihat ANSI/ASME B31.4).
- j) sistem perpipaan penyalur lumpur cair (lihat ASME B31.11);
- k) sistem perpipaan penyalur karbon dioksida;
- l) sistem perpipaan gas alam cair (lihat NFPA 59A dan ASME B31.3).

**802.2 Tujuan**

of pipelines facilities used for the transportation of gas. This code also covers safety aspects of the operation and maintenance of those facilities.

**802.12** This code does not apply to:

- a) design and manufacture of pressure vessels covered by the BPV Code;
- b) piping with metal temperatures above 450 °F or below -20°F. (For low temperatures within the range covered by this code, see para. 812)
- c) piping beyond the outlet of the customer's meter set assembly (refer to ANSI Z223.1 and NFPA 54),
- d) piping in oil refineries or natural gasoline extraction plants, gas treating plant piping other than the main gas stream piping in dehydration, and all other processing plants installed as part of a gas transmission system, gas manufacturing plants, industrial plants, or mines. (See other applicable sections of the ASME Code for pressure piping, B31.)
- e) vent piping to operate at substantially atmospheric pressures for waste gases of any kind;
- f) wellhead assemblies, including control valves, flow lines between wellhead and trap or separator, offshore platform production facility piping, or casing and tubing in gas or oil wells (for offshore production facility piping, see API RP 14E);
- g) the design and manufacture of proprietary items of equipment, apparatus, or instruments;
- h) the design and manufacture of heat exchangers (refer to appropriate TEMA standard);
- i) liquid petroleum transportation piping systems (refer to ANSI/ASME B31.4);
- j) liquid slurry transportation piping systems (refer to ASME B31.11),
- k) carbon dioxide transportation piping systems;
- l) liquefied natural gas piping systems (refer to NFPA 59A and ASME B31.3).

**802.2 Intent**



**802.21** Persyaratan Standar ini dapat memenuhi persyaratan keselamatan dalam kondisi normal pada industri gas. Persyaratan untuk kondisi yang tidak wajar tidak dapat diberikan secara spesifik, demikian pula rincian rekayasa dan konstruksi. Oleh karena itu, aktivitas yang melibatkan pendesainan, pengkonstruksian, pengoperasian, atau pemeliharaan pipa penyalur transmisi atau distribusi gas hendaknya dilaksanakan oleh penyelia yang berpengalaman atau berpengetahuan dalam membuat ketentuan yang memadai untuk kondisi yang tidak wajar serta rincian rekayasa dan konstruksi khusus. Semua pekerjaan yang dilaksanakan dalam ruang lingkup Standar ini harus memenuhi atau melampaui standar keselamatan yang dinyatakan di sini.

**802.22** Standar ini dikaitkan dengan:

- a) keselamatan masyarakat umum;
- b) keselamatan kerja karyawan sampai tingkat yang dipengaruhi rancangan dasar, kualitas material dan hasil pengerjaan serta persyaratan pengetesan, pengoperasian, dan pemeliharaan fasilitas transmisi dan distribusi gas. Standar ini tidak dimaksud untuk mengganti prosedur keselamatan kerja yang ada termasuk area kerja, piranti pengaman, dan praktek kerja yang aman.

**802.23** Standar ini tidak dimaksudkan berlaku surut bagi instalasi yang ada sepanjang berkaitan dengan pendesainan, pemabrikasian, pemasangan dan pengetesan pada waktu konstruksi. Standar ini tidak dimaksudkan berlaku surut untuk penetapan tekanan operasi instalasi yang ada, kecuali seperti ditentukan dalam bab V.

**802.24** Ketentuan Standar ini harus diberlakukan terhadap prosedur pengoperasian dan pemeliharaan instalasi yang ada, dan bila instalasi yang ada dinaikkan ratingnya.

**802.25 Kualifikasi personil yang melakukan Inspeksi.** Personil yang melakukan inspeksi harus dikualifikasi melalui pelatihan atau pengalaman, atau keduanya, untuk menerapkan persyaratan dan rekomendasi

**802.21** The requirements of this Code are adequate for safety under conditions usually encountered in the gas industry. Requirements for all unusual conditions cannot be specifically provided for, nor are all details of engineering and construction prescribed. Therefore, activities involving the design, construction, operation, or maintenance of gas transmission or distribution pipelines should be undertaken using supervisory personnel having the experience or knowledge to make adequate provision for such unusual conditions and specific engineering and construction details. All work performed within the scope of this Code shall meet or exceed the safety standards expressed or implied herein.

**802.22** This Code is concerned with:

- a) safety of the general public;
- b) employee safety to the extent that it is affected by basic design quality of materials and workmanship, and requirements for testing, operations, and maintenance of gas transmission and distribution facilities. Existing industrial safety procedures pertaining to work areas, safety devices, and safe work practices are not intended to be supplanted by this Code.

**802.23** It is not intended that this Code be applied retroactively to existing installations insofar as design, fabrication, installation, and testing at the time of construction are concerned. Further, it is not intended that this Code be applied retroactively to established operating pressures of existing installations, except as provided for in Chapter V.

**802.24** Provisions of this Code shall be applicable to operating and maintenance procedures of existing installations, and when existing installations are uprated.

**802.25 Qualification of those performing Inspections.** Individuals who perform inspections shall be qualified by training or experience, or both, to implement the applicable requirements and



Standar ini.

**802.26** Informasi lebih lanjut berkenaan dengan integritas pipa penyalur, mengacu kepada referensi tidak wajib ASME 31.8S, *Managing System Integrity of Gas Pipelines*.

### 802.3 Transmisi Gas Lepas Pantai

Lihat Bab VIII untuk persyaratan dan definisi tambahan yang terpakai untuk sistem transmisi gas lepas pantai.

## 803 Definisi sistem perpipaan

### 803.1 Istilah umum

**803.11** Gas, sebagaimana digunakan dalam Standar ini adalah setiap gas atau campuran gas yang digunakan untuk bahan bakar domestik atau industri dan ditransmisikan atau didistribusikan kepada pemakai melalui sistem perpipaan. Jenis gas tersebut adalah gas alam, gas hasil pengolahan dan elpiji (LPG) yang didistribusikan dalam bentuk uap, dengan atau tanpa campuran udara.

**803.12** Perusahaan pengelola, adalah perkongsian, perusahaan atau badan hukum, perwakilan pemerintah, atau badan lain yang mengoperasikan fasilitas transmisi atau distribusi gas.

**803.13** Hak lintas pribadi, yang digunakan dalam Standar ini, adalah hak lintas yang tidak terletak pada hak lintas jalan umum atau jalan kereta api.

**803.14** Pelanggaran batas sejajar, sebagaimana digunakan dalam Standar ini, berkaitan dengan porsi rute pipa penyalur atau pipa induk yang terletak di dalam, yang umumnya membentang sejajar dengan, dan tidak memotong hak lintas jalan umum atau jalan kereta api.

**803.15** *Hot taps* adalah penyambungan perpipaan cabang pada pipa penyalur, pipa induk, atau fasilitas lain sewaktu beroperasi. Penyambungan perpipaan cabang ke saluran operasi dan penetapan saluran operasi dilakukan ketika pipa berisi gas bertekanan.

**803.16** *Vault* adalah struktur bawah tanah

recommendations of this Code.

**802.26** For further information concerning pipeline integrity, reference the nonmandatory supplement ASME B31.8S, *Managing System Integrity of Gas Pipelines*.

### 802.3 Offshore Gas Transmission

See Chapter VIII for additional requirements and definitions applicable to offshore gas transmission systems.

## 803 Piping systems definitions

### 803.1 General terms

**803.11** Gas, as used in this Code, is any gas or mixture of gases suitable for domestic or industrial fuel and transmitted or distributed to the user through a piping system. The common types are natural gas, manufactured gas, and liquefied petroleum gas distributed as a vapor, with or without the admixture of air.

**803.12** *Operating company*, as used herein, is the individual, partnership, corporation, public agency, or other entity that operates the gas transmission or distribution facilities.

**803.13** *Private rights-of-way*, as used in this Code, are rights-of-way not located on roads, streets, or highways used by the public, or on railroad rights-of-way.

**803.14** *Parallel encroachment*, as used in this Code, pertains to that portion of the route of a pipeline or main which lies within, runs in a generally parallel direction, and does not necessarily cross, the rights-of-way of a road, street, highway, or railroad.

**803.15** *Hot taps* are branch piping connections made to operating pipelines, mains, or other facilities while they are in operation. The connection of the branch piping to the operating line and the tapping of the operating line is done while it is under gas pressure.

**803.16** *Vault* is an underground structure



yang dapat dilalui orang dan didesain untuk tempat perpipaan beserta komponennya (seperti katup atau regulator tekanan).

**803.17** *Transportasi gas* adalah pengumpulan, atau penyaluran gas menggunakan pipa atau penyimpan gas.

**803.18** *Pipa penyalur* adalah seluruh bagian dari fasilitas secara fisik yang mana gas mengalir selama transportasi, termasuk perpipaan, kerangan, penyambung pipa, flensa (termasuk baut dan gasket), regulator, bejana tekan, peredam pulsa, katup pengaman, dan pernik lain yang menempel pada pipa, kompresor, stasiun pengukur, stasiun pengatur, dan rakitan yang difabrikasi. Termasuk yang tercakup pada definisi ini adalah saluran jalur gas dan pengumpul, termasuk perniknya, yang dipasang lepas pantai untuk transportasi gas dari fasilitas produksi ke daratan dan peralatan penyimpan gas untuk jenis pipa tertutup, yang mana di fabrikasi atau ditempa dari pipa atau difabrikasi dari pipa dan penyambung pipa.

## **803.2 Sistem perpipaan**

**803.21** *Sistim transmisi* adalah satu atau lebih bagian dari perpipaan, biasanya berhubungan membentuk jaringan, yang menyalurkan gas dari sistim pengumpul, keluaran dari instalasi pemroses gas, atau lapangan penampung dari sistim penyalur dengan tekanan tinggi atau rendah, pelanggan dengan volume besar, atau lapangan penyimpan lainnya.

**803.211** *Saluran transmisi* adalah segmen dari pipa penyalur yang dipasang pada sebuah sistem transmisi atau antar penyimpanan lapangan.

**803.212** *Penyimpanan lapangan field* yang secara geografi terdiri dari sebuah sumur atau sumur-sumur yang diselesaikan untuk dan ditujukan sebagai penyimpanan bawah tanah drai seju;mlah besar gas yang akan diambil kemudian, disalurkan dan digunakan.

which may be entered, and which is designed to contain piping and piping components (such as valves or pressure regulators).

**803.17** *Transportation of gas* is gathering, transmission, or distribution of gas by pipeline or the storage of gas

**803.18** *Pipeline* is all parts of physical facilities through which gas moves in transportation, including pipe, valves, fittings, flanges (including bolting and gaskets), regulators, pressure vessels, pulsation dampeners, relief valves, and other appurtenances attached to pipe, compressor units, metering stations, regulator stations, and fabricated assemblies. Included within this definition are gas transmission and gathering lines, including appurtenances, that are installed offshore for transporting gas from production facilities to onshore locations and gas storage equipment of the closed pipe type, which is fabricated or forged from pipe or fabricated from pipe and fittings.

## **803.2 Piping systems**

**803.21** *Transmission system* is one or more segments of pipeline, usually interconnected to form a network, which transports gas from a gathering system, the outlet of a gas processing plant, or a storage field to a high or low-pressure distribution system, a large-volume customer, or another storage fields.

**803.211** *Transmission line* is a segment of pipeline installed in a transmission system or between storage fields.

**803.212** *Storage field* is a geographic field containing a well or wells that are completed for and dedicated to subsurface storage of large quantities of gas for later recovery, transmission, and end use.



**803.22 Sistem distribusi**

**803.221** Sistem distribusi tekanan rendah adalah sistem perpipaan distribusi gas di mana tekanan gas pada Pipa induk dan pipa servis sama dengan tekanan yang diberikan sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Dalam sistem yang demikian, regulator servis tidak diperlukan pada saluran servis individual.

**803.222** Sistem distribusi tekanan tinggi adalah sistem perpipaan distribusi gas yang beroperasi pada tekanan lebih tinggi daripada tekanan servis standar yang diberikan ke pelanggan. Dalam sistem yang demikian, regulator servis diperlukan pada setiap pipa servis untuk mengendalikan tekanan yang diberikan ke pelanggan.

**803.223** Pipa induk gas atau pipa induk distribusi adalah suatu segmen atau bagian dari pipa penyalur dalam sistem distribusi terpasang untuk menyalurkan gas ke saluran servis individual atau pipa induk lainnya.

**803.224** Pipa servis gas adalah perpipaan yang dipasang antara pipa induk, pipa penyalur, atau sumber penyediaan gas lainnya, dan perangkat pengukur [lihat butir 802.12(c)].

**803.23** Sistem Pengumpul adalah satu atau lebih bagian dari pipa penyalur, biasanya bersambungan membentuk sebuah jaringan, yang mengirimkan gas dari satu atau lebih fasilitas produksi ke masukan dari pabrik pemrosesan gas yang ada, gas diangkut ke arah hilir yaitu (1) titik batas pengelola dan pelanggan yang sesuai ke sistem distribusi, atau (2) titik dimana akumulasi dan persiapan gas dari lapangan produksi yang secara geografis terpisah dan berdekatan sudah diselesaikan.

**803.231** Pipa pengumpul adalah bagian pipa penyalur yang dipasang pada sistem pengumpul.

**803.24** Pipa penyimpanan gas adalah pipa yang digunakan untuk mengangkut gas antara stasiun kompresor dan sumur gas yang mana sumur gas tersebut difungsikan sebagai tempat penyimpanan bawah tanah.

**803.22 Distribution system**

**803.221** *Low-pressure distribution system* is a gas distribution piping system in which the gas pressure in the mains and service lines is substantially the same as that delivered to the customer's appliances. In such a system, a service regulator is not required on the individual service lines.

**803.222** *High-pressure distribution system* is a gas distribution piping system which operates at a pressure higher than the standard service pressure delivered to the customer. In such a system, a service regulator is required on each service line to control the pressure delivered to the customer.

**803.223** *Gas main or distribution main* is a segment of pipeline in distribution system installed to convey gas to individual service lines or other mains.

**803.224** *Gas service line* is the piping installed between a main, pipeline, or other source of supply, and the meter set assembly [(see para. 802.12 (c))].

**803.23** *Gathering system* is one or more segments of pipeline, usually interconnected to form a network, that transports gas from one or more production facilities to the inlet of a gas processing plant exists, the gas is transported to the most downstream of (1) the point of custody transfer of gas suitable for delivery to a distribution system, or (2) the point where accumulation and preparation of gas from separate geographic production fields in reasonable proximity has been completed.

**803.231** *Gathering line* is a segment of pipeline installed in a gathering system

**803.24** *Gas storage line* is a pipeline used for conveying gas between a compressor station and a gas well used for storing gas underground.



**803.25 Sistem perpipaan lainnya**

**803.251** Perpipaan instrumen adalah semua perpipaan, katup, dan fitting yang digunakan untuk menghubungkan instrumen ke pipa induk, atau ke instrumen dan apparatus lain, atau ke peralatan pengukur.

**803.252** Perpipaan kontrol adalah semua perpipaan, katup, dan penyambung pipa untuk menghubungkan apparatus kontrol atau instrumen transmiter dan penerima yang digerakkan udara, gas, atau secara hidraulik.

**803.253** Perpipaan sampel adalah semua perpipaan, katup, dan penyambung pipa yang digunakan untuk pengumpulan sampel gas, uap, air, atau minyak.

**803.254** Fasilitas Produksi adalah perpipaan atau peralatan yang digunakan di produksi, ekstraksi, pengambilan kembali, separasi, pengangkatan, stabilisasi, proses perlakuan, pengukuran terpadu, kompresi lapangan, *gas lift*, injeksi gas, atau suplai *fuel gas*. Perpipaan atau peralatan dari fasilitas produksi mutlak digunakan pada ekstraksi cairan minyak atau gas alam dari tanah dan dalam tahap persiapan untuk ditransportasi melalui jalur pipa.

**803.255** Pabrik pengolahan gas adalah fasilitas yang digunakan untuk mengekstraksi produk komersil dari gas.

**803.3 Stasiun meter, regulator, dan pelepas tekanan****803.31 Meter**

**803.311** *Meter pelanggan* adalah meter yang mengukur gas yang dikonsumsi oleh pelanggan.

**803.312** *Perangkat pengukur* adalah perpipaan dan fitting untuk menghubungkan bagian *inlet* meter ke pipa servis gas dan bagian *outlet* meter ke saluran bahan-bakar pelanggan.

**803.32 Regulator**

**803.321** *Regulator servis* adalah regulator

**803.25 Miscellaneous systems**

**803.251** *Instrument piping* is all piping, valves, and fittings used to connect instruments to main piping, to other instruments and apparatus, or to measuring equipment.

**803.252** *Control piping* is all piping, valves, and fittings used to interconnect air, gas, or hydraulically operated control apparatus or instrument transmitters and receivers.

**803.253** *Sample piping* is all piping, valves, and fittings used for the collection of samples of gas, steam, water, or oil.

**803.254** *Production facility* is piping or equipment used in production, extraction, recovery, lifting, stabilization, separation, treating, associated measurement, field compression, gas lift, gas injection, or fuel gas supply. Production facility piping or equipment must be used in extracting petroleum liquids or natural gas from the ground and preparing it for transportation by pipeline.

**803.255** *Gas processing plant* is a facility used for extracting commercial products from gas.

**803.3 Meters, regulators, and pressure relief stations****803.31 Meters**

**803.311** *Customer's meter* is a meter which measures gas delivered to a customer for consumption on the customer's premises.

**803.312** *Meter set assembly* is the piping and fittings installed to connect the inlet side of the meter to the gas service line and the outlet side of the meter to the customer's fuel line.

**803.32 Regulators**

**803.321** *Service regulator* is a regulator



yang dipasang pada saluran servis gas untuk mengontrol tekanan gas yang disampaikan ke pelanggan.

**803.322** *Regulator monitor* adalah perangkat regulator tekanan yang dipasang seri dengan regulator tekanan lain, untuk mengambil alih secara otomatis dalam keadaan darurat kendali tekanan bagian hilir stasiun, apabila tekanan tersebut cenderung melebihi tekanan maksimum yang disetel.

**803.323** Stasiun pengatur tekanan terdiri dari peralatan yang dipasang untuk menurunkan dan mengatur secara otomatis tekanan di bagian hilir pipa transmisi atau pipa induk di tempat peralatan itu dipasang. Peralatan yang termasuk di stasiun ini adalah perpipaan dan piranti bantu seperti katup, instrumen kontrol, saluran kontrol, *enclosure*, dan peralatan ventilasi.

**803.324** Stasiun pembatas tekanan terdiri dari peralatan yang dalam kondisi abnormal akan berperan menurunkan, membatasi, atau menutup suplai gas yang mengalir ke dalam sistem agar dapat mencegah tekanan gas melampaui suatu nilai yang telah ditetapkan sebelumnya. Sedangkan dalam kondisi tekanan normal, stasiun pembatas tekanan dapat berperan mengendalikan aliran gas atau tetap dalam posisi terbuka penuh. Peralatan yang termasuk di stasiun ini adalah perpipaan dan piranti bantu, seperti katup, instrumen kontrol, saluran kontrol, penutup, dan peralatan ventilasi yang dipasang sesuai dengan persyaratan standar ini.

### **803.33 Pelepas tekanan**

**803.331** *Stasiun pelepas tekanan* terdiri dari peralatan yang dipasang untuk membuang dan melepaskan gas dari sistem yang dilindungi untuk mencegah tekanan gas melebihi batas yang telah ditentukan. Gas ini boleh dibuang ke atmosfer atau ke sistem yang bertekanan lebih rendah yang mampu menyerap gas yang dibuang dengan aman. Peralatan yang termasuk di stasiun ini adalah perpipaan dan piranti bantu, seperti katup, instrumen kontrol, saluran kontrol, penutup, dan peralatan ventilasi yang dipasang sesuai dengan persyaratan Standar ini.

installed on a gas service line to control the pressure of the gas delivered to the customer.

**803.322** *Monitoring regulator* is a pressure regulator set in series with another pressure regulator for the purpose of automatically taking over in an emergency the control of the pressure downstream of the station, in case that pressure tends to exceed a set maximum.

**803.323** Pressure regulating station consists of equipment installed for the purpose of automatically reducing and regulating the pressure in the downstream pipeline or main to which it is connected. Included are piping and auxiliary devices such as valves, control instruments, control lines, the enclosure, and ventilation equipment.

**803.324** *Pressure limiting station* consists of equipment which under abnormal conditions will act to reduce, restrict, or shut off the supply of gas flowing into a system in order to prevent the gas pressure from exceeding a predetermined value. While normal pressure conditions prevail, the pressure limiting station may exercise some degree of control of the flow of the gas or may remain in the wide open position. Included in the station are piping and auxiliary devices, such as valves, control instruments, control lines, the enclosure, and ventilating equipment installed in accordance with the pertinent requirements of this Code.

### **803.33 Pressure relief**

**803.331** *Pressure relief station* consists of equipment installed to vent gas from a system being protected in order to prevent the gas pressure from exceeding a predetermined limit. The gas may be vented into the atmosphere or into a lower pressure system capable of safely absorbing the gas being discharged. Included in the station are piping and auxiliary devices, such as valves, control instruments, control lines, the enclosure, and ventilating equipment, installed in accordance with the pertinent requirements of this Code.



### 803.4 Katup

**803.41** Katup penyekat adalah katup yang dipasang untuk menghentikan aliran gas dalam pipa.

**803.42** Katup pipa servis adalah katup stop yang mudah dicapai dan dioperasikan untuk meng-hentikan penyaluran gas ke saluran bahan bakar milik pelanggan. Katup stop harus ditempatkan pada pipa servis sebelum regulator servis atau sebelum meter jika regulator tidak disediakan. Katup ini juga dikenal dengan nama *service line shutoff*, *service line cock* atau *meter stop*.

**803.43** *Katup curb* adalah katup stop yang dipasang di bawah permukaan tanah dalam pipa servis pada atau di dekat saluran properti, yang mudah dijangkau melalui *curb box* atau *stand pipe*, dan dapat dioperasikan dengan kunci pelepas atau kunci Inggris, untuk menghentikan suplai gas ke suatu bangunan. Katup ini juga dikenal dengan nama *curb shutoff* atau *curb cock*.

**803.44** *Katup searah* adalah katup yang didesain untuk aliran satu arah dan akan menutup secara otomatis bila terjadi aliran balik.

### 803.5 Peralatan penyimpanan gas

**803.51** *Pipe-type holder* adalah kontainer pipa atau kelompok kontainer pipa yang saling berhubungan yang dipasang pada satu lokasi dan khusus digunakan untuk penyimpanan gas.

**803.52** Botol adalah suatu struktur kedap gas yang sepenuhnya dipabrikasi dari pipa dengan penutup ujung yang ditarik, ditempa, atau di-*spin* integral dan dites di pabrik pembuat.

**803.53** *Bottle-type holder* adalah botol atau sekumpulan botol yang saling berhubungan yang dipasang pada satu lokasi dan digunakan khusus untuk menyimpan gas.

### 803.4 Valves

**803.41** *Stop valve* is a valve installed for the purpose of stopping the flow of gas in a pipe.

**803.42** *Service line valve* is a stop valve readily operable and accessible for the purpose of shutting off the gas to the customer's fuel line. The stop valve should be located in the service line ahead of the service regulator or ahead of the meter, if a regulator is not provided. The valve is also known as a service line shutoff, a service line cock, or a meter stop.

**803.43** *Curb valve* is a stop valve installed below grade in a service line at or near the property line, accessible through a curb box or standpipe, and operable by a removable key or wrench, for the purpose of shutting off the gas supply to a building. This valve is also known as a curb shutoff or a curb cock.

**803.44** *Check valve* is a valve designed to permit flow in one direction and to close automatically to prevent flow in the reverse direction.

### 803.5 Gas storage equipment

**803.51** *Pipe-type holder* is any pipe container or group of interconnected pipe containers installed at one location and used for the sole purpose of storing gas.

**803.52** *Bottle*, as used in this Code, is a gas-tight structure completely fabricated from pipe with integral drawn, forged, or spun end closures and tested in the manufacturer's plant.

**803.53** *Bottle-type holder* is any bottle or group of interconnected bottles installed in one location and used for the sole purpose of storing gas.



**804 Definisi komponen sistem perpipaan****804 Piping systems component definitions****804.1 Umum****804.1 General****804.11 Istilah plastik****804.11 Plastic terms**

**804.111** Plastik adalah material yang mengandung unsur pokok (dasar) zat organik dengan berat molekul tinggi hingga sangat tinggi, berbentuk padat pada keadaan jadi, dan dalam tahap pembuatan atau pemrosesannya, dapat dibentuk dengan cara pengaliran. Dalam standar ini ada dua tipe plastik yaitu termoplastik dan thermosetting.

**804.111** *Plastic* (noun) is a material which contains as an essential ingredient an organic substance of high to ultrahigh molecular weight, is solid in its finished state, and at some stage of its manufacture or processing, can be shaped by flow. The two general types of plastic referred to in this Code are thermoplastic and thermosetting.

**804.112** Termoplastik adalah plastik yang mampu dilunak-ulang dengan cara menaikkan suhu dan dikeraskan dengan cara menurunkan suhu.

**804.112** *Thermoplastic* is a plastic which is capable of being repeatedly softened by increase of temperature and hardened by decrease of temperature.

**804.113** Plastik *thermosetting* adalah plastik yang mampu diubah menjadi produk yang sangat sulit lebur atau tidak larut bila di-cure di bawah aplikasi panas atau bahan kimia.

**804.113** *Thermosetting plastic* is plastic which is capable of being changed into a substantially infusible or insoluble product when cured under application of heat or chemical means.

**804.12** Besi ulet (kadang-kadang disebut besi nodular) adalah material ferous yang dicor yang grafit bebasnya umumnya berbentuk *spheroidal*, dan tidak berbentuk serpihan. Sifat besi duktil yang diinginkan dapat dicapai dengan cara kimia dan perlakuan panas *ferritizing* pada pengecoran.

**804.12** *Ductile iron* (sometimes called nodular iron) is a cast ferrous material in which the free graphite present is in a spheroidal form, rather than a flake form. The desirable properties of ductile iron are achieved by means of chemistry and a ferritizing heat treatment of the castings.

**804.13** Besi cor atau besi cor kelabu, adalah material *ferous* yang dicor yang sebagian besar kandungan karbonnya adalah karbon bebas berbentuk serpihan yang tersebar dalam logam.

**804.13** The unqualified term *cast iron* shall apply to gray cast iron, which is a cast ferrous material in which a major part of the carbon content occurs as free carbon in the form of flakes interspersed through the metal.

**804.14** Barang *proprietary* adalah barang yang dibuat dan dipasarkan suatu perusahaan yang mempunyai hak eksklusif atau wewenang untuk membuat dan menjualnya.

**804.14** *Proprietary items* are items made and marketed by a company having the exclusive or restricted right to manufacture and sell them.

**804.15** Kontainer pipa adalah struktur kedap gas yang dirakit di bengkel atau di lapangan dari pipa dan tutup-ujung.

**804.15** *Pipe container* is a gas-tight structure assembled in a shop or in the field from pipe and end closures.



## 804.2 Pipa

### 804.21 Istilah pipa dan perpipaan

**804.211** Pipa adalah produk tubular yang dibuat sebagai barang produksi untuk dipasarkan. Silinder yang dibentuk dari pelat dalam pemabrikasian peralatan bantu adalah bukan pipa seperti didefinisikan dalam standar ini.

**804.212** Pipa ekspansi dingin adalah pipa seamless atau pipa las yang dibentuk dan kemudian dimuaikan di pabrik pipa dalam keadaan dingin sedemikian rupa sehingga kelilingnya bertambah secara permanen sekurang-kurangnya 0,50%.

### 804.22 Istilah dimensi

**804.221** Batang adalah sepotong pipa dengan panjang tertentu yang dikirim dari pabrik pipa. Setiap potong pipa disebut satu batang, tanpa memandang dimensi sesungguhnya. Kadang-kadang batang ini juga disebut *joint* tetapi *length* lebih disukai.

**804.222** Tebal dinding nominal  $t$  adalah tebal dinding yang dihitung atau digunakan dalam rumus desain pada butir 841.11 atau A842.221 di Bab VIII. Dalam Standar ini, pipa boleh dipesan dengan tebal dinding ini tanpa tambahan tebal untuk mengkompensasi toleransi tebal-bawah yang diizinkan oleh spesifikasi yang disetujui.

**804.223** Ukuran pipa nominal (NPS) adalah penunjuk ukuran pipa tanpa dimensi. Besaran ini menyatakan ukuran pipa standar bila diikuti dengan angka yang sesuai (misalnya NPS 1½, NPS 12).

**804.224** Diameter atau nominal diameter luar adalah seperti yang diproduksi atau seperti diameter luar pipa seperti yang tertera, jangan dibingungkan dengan NPS tanpa dimensi. Sebagai contoh, pipa NPS 12 mempunyai spesifikasi diameter luar 12,750 inci, NPS 8 mempunyai spesifikasi diameter luar 8,625 inci, dan pipa NPS 24 mempunyai spesifikasi diameter luar 24,000 inci.

## 804.2 Pipe

### 804.21 Pipe and piping terms

**804.211** *Pipe* is a tubular product made as a production item for sale as such. Cylinders formed from plate in the course of the fabrication of auxiliary equipment are not pipe as defined herein.

**804.212** *Cold expanded pipe* is seamless or welded pipe which is formed and then expanded in the pipe mill while cold so that the circumference is permanently increased by at least 0.50%.

### 804.22 Dimensional terms

**804.221** *Length* is a piece of pipe of the length delivered from the mill. Each piece is called a length, regardless of its actual dimension. This is sometimes called "joint," but "length" is preferred.

**804.222** *Nominal wall thickness  $t$*  is the wall thickness computed by or used in the design equation in para. 841.11 or A842.221 in Chapter VIII. Under this Code, pipe may be ordered to this computed wall thickness without adding allowance to compensate for the underthickness tolerance permitted in approved specifications.

**804.223** *NPS (nominal pipe size)* is a dimensionless designator of pipe. It indicates a standard pipe size when followed by the appropriate number (e.g., NPS 1½, NPS 12).

**804.224** *Diameter or nominal outside diameter* is the as-produced or as-specified outside diameter of the pipe, not to be confused with the dimensionless NPS. For example, NPS 12 pipe has a specified outside diameter of 12.750 in. NPS 8 has a specified outside diameter of 8.625 in, and NPS 24 pipe has a specified outside diameter of 24.000 in.



**804.23 Sifat mekanis**

**804.231** Kuat luluh, dalam satuan pound per inchi persegi, adalah kekuatan di mana suatu material menunjukkan permanen-set pembatas yang dispesifikasikan atau menghasilkan elongasi total yang dispesifikasikan dalam keadaan dibebani. Set pembatas atau perpanjangan yang dispesifikasikan biasanya dinyatakan dalam persentase panjang yang diukur. Nilai ini dispesifikasikan dalam berbagai spesifikasi material yang disetujui Standar ini.

**804.232** Kuat tarik, dalam satuan pound per inchi persegi, adalah tegangan tarik unit tertinggi (mengacu ke luas penampang awal) suatu material yang dapat ditahan sebelum putus.

**804.233** Kuat luluh minimum spesifikasi (SMYS) dengan satuan pounds per inchi kuadrat, adalah kuat luluh minimum yang ditentukan dalam spesifikasi pipa yang dibeli dari pamanufaktur.

**804.234** Kuat tarik minimum spesifikasi, dengan satuan pounds per inchi kuadrat, adalah kuat tarik minimum yang ditentukan dalam spesifikasi pipa yang dibeli dari pamanufaktur.

**804.235** Perpanjangan minimum yang sudah ditentukan adalah perpanjangan (dinyatakan dalam persen dari panjang yang diukur) pada spesimen tes tarik, yang ditentukan dalam spesifikasi pipa yang dibeli dari pamanufaktur.

**804.24 Pipa baja**

**804.241** Baja karbon. Pada umumnya, baja dianggap sebagai baja karbon bila kandungan minimum untuk alumunium, boron, kromium, kobalt, colombium, molibdenum, nikel, titanium, tungsten, vanadium, zirkonium tidak dispesifikasikan atau disyaratkan, atau unsur lainnya tidak ditambahkan untuk memperoleh efek pemadu yang diinginkan; bila kandungan minimum tembaga yang dispesifikasikan tidak melebihi 0,40%; atau jika kandungan maksimum untuk unsur berikut ini tidak melebihi:

**804.23 Mechanical properties**

**804.231** *Yield strength*, expressed in pounds per square inch, is the strength at which a material exhibits a specified limiting permanent set or produces a specified total elongation under load. The specified limiting set or elongation is usually expressed as a percentage of gage length. Its values are specified in the various material specifications acceptable under this Code.

**804.232** *Tensile strength*, expressed in pounds per square inch, is the highest unit tensile stress (referred to the original cross section) a material can sustain before failure.

**804.233** *Specified minimum yield strength (SMYS)*, expressed in pounds per square inch, is the minimum yield strength prescribed by the specification under which pipe is purchased from the manufacturer.

**804.234** *Specified minimum tensile strength*, expressed in pounds per square inch, is the minimum tensile strength prescribed by the specification under which pipe is purchased from the manufacturer.

**804.235** *Specified minimum elongation* is the minimum elongation (expressed in percent of the gage length) in the tensile test specimen, prescribed by the specifications under which the material is purchased from the manufacturer.

**804.24 Steel pipe**

**804.241** *Carbon steel*. By common custom, steel is considered to be carbon steel when no minimum content is specified or required for aluminum, boron, chromium, cobalt, columbium, molybdenum, nickel, titanium, tungsten, vanadium, zirconium, or any other element added to obtain a desired alloying effect; when the specified minimum for copper does not exceed 0.40%; or when the maximum content specified for any of the following elements does not exceed the percentages noted:



Tembaga	0,60%
Mangan	1,65%
Silikon	0,60%

Copper	0.60%
Manganese	1.65%
Silicon	0.60%

Pada semua baja karbon, kadang-kadang ditemui elemen sisa tertentu dari bahan mentah yang tertinggal dalam jumlah kecil yang tidak dispesifikasikan atau disyaratkan, misalnya tembaga, nikel, molibdenum, kromium, dan sebagainya. Elemen ini dianggap sebagai suatu kebetulan dan biasanya tidak ditentukan atau dilaporkan.

In all carbon steels, small quantities of certain residual elements unavoidably retained from raw materials are sometimes found which are not specified or required, such as copper, nickel, molybdenum, chromium, etc. These elements are considered as incidental and are not normally determined or reported.

**804.242 Baja paduan.** Pada umumnya baja dianggap sebagai baja paduan jika nilai maksimum dari rentang kandungan elemen pemuat yang diberikan melebihi satu atau lebih batasan berikut

Tembaga	0,30%
Mangan	1,65%
Silikon	0,60%

**804.242 Alloy steel.** By common custom, steel is considered to be alloy steel when the maximum of the range given for the content of alloying elements exceeds one or more of the following limits:

Copper	0.60%
Manganese	1.65%
Silicon	0.60%

atau yang rentang tertentu atau kuantitas minimum tertentu dari salah satu elemen berikut dispesifikasikan atau disyaratkan di dalam batasan lapangan baja paduan konstruksi yang diakui:

- (a) aluminum
- (b) boron
- (c) chromium (up to 3.99%)
- (d) cobalt
- (e) columbium
- (f) molybdenum
- (g) nickel
- (h) titanium
- (i) tungsten
- (j) vanadium
- (k) zirconium

atau setiap elemen pemuat lain yang ditambahkan untuk memperoleh efek pemuat yang diinginkan.

or in which a definite range or a definite minimum quantity of any of the following elements is specified or required within the limits of the recognized field of constructional alloy steels:

- (a) aluminum
- (b) boron
- (c) chromium (up to 3.99%)
- (d) cobalt
- (e) columbium
- (f) molybdenum
- (g) nickel
- (h) titanium
- (i) tungsten
- (j) vanadium
- (k) zirconium

or any other alloying element added to obtain a desired alloying effect.

Sejumlah kecil elemen tertentu keberadaannya tidak terhindarkan dalam baja paduan. Dalam banyak pemakaian, hal ini dianggap tidak penting dan tidak dispesifikasikan atau disyaratkan. Bila tidak ditentukan atau disyaratkan, elemen ini hendaknya tidak melebihi jumlah berikut:

Kromium	0,20%
Tembaga	0,35%
Molibdenum	0,60%
Nikel	0,25%

Small quantities of certain elements are unavoidably present in alloy steels. In many applications, these are not considered to be important and are not specified or required. When not specified or required, they should not exceed the following amounts:

Chromium	0.20%
Copper	0.35%
Molybdenum	0.06%
Nickel	0.25%



**804.243 Proses pembuatan pipa.** Jenis dan nama sambungan berlas digunakan di sini sebagaimana yang didefinisikan dalam ANSI/AWS A3.0, atau secara spesifik didefinisikan sebagai berikut :

a) Pipa las-resistansi listrik, adalah pipa yang diproduksi dalam bentuk batangan atau panjang kontinu dari gulungan pelat, dan kemudian dipotong menjadi batangan, mempunyai sambungan butt longitudinal yang penyambungannya dihasilkan oleh panas yang diperoleh dari resistansi pipa terhadap aliran arus listrik dalam sirkuit di mana pipa termasuk bagian sirkuit tersebut, dan dengan menggunakan tekanan. Spesifikasi yang tipikal adalah : ASTM A 53, ASTM A 135, dan API 5L

b) Pipa las tungku

1) *Bell welded* adalah pipa las-tungku yang diproduksi dalam bentuk batangan dari lembar pelat yang dipotong memanjang, yang sambungan but longitudinalnya dilas tempa dengan tekanan mekanis yang didapat dalam penarikan lembar pelat yang telah dipanaskan dalam tungku melalui cetakan berbentuk kerucut (biasanya dikenal sebagai *welding bell*), yang berfungsi sebagai pembentuk dan cetakan las. Spesifikasi yang tipikal adalah ASTM A53 dan API 5L

2) Las kontinu adalah pipa las-tungku yang diproduksi dalam bentuk batangan dari gulungan pelat dan kemudian dipotong menjadi batangan, mempunyai sambungan butt longitudinal yang dilas tempa dengan tekanan mekanis yang didapat dalam pengerolan lembar-pelat yang dibentuk-panas melalui satu set jalur lingkaran roll pengelasan. Spesifikasi yang tipikal adalah ASTM A 53 dan API 5L.

c) Pipa las-fusi listrik adalah pipa yang mempunyai sambungan but longitudinal yang penyambungannya dihasilkan oleh las busur listrik otomatis atau manual

**804.243 Pipe manufacturing**

**processes.** Types and names of welded joints are used herein according to their common usage as defined in ANSI/AWS A3.0, or as specifically defined as follows:

a) *Electric-resistance-welded* pipe is pipe produced in individual lengths or in continuous lengths from coiled skelp, and subsequently cut into individual lengths, having a longitudinal butt joint wherein coalescence is produced by the heat obtained from resistance of the pipe to the flow of electric current in a circuit of which the pipe is a part, and by the application of pressure. Typical specifications are: ASTM A 53, ASTM A 135, and API 5L

b) *Furnace butt-welded pipe*

1) *Bell-welded* is furnace-welded pipe produced in individual lengths from cut-length skelp, having its longitudinal butt joint forge welded by the mechanical pressure developed in drawing the furnace-heated skelp through a cone-shaped die (commonly known as a "welding bell"), which serves as a combined forming and welding die. Typical specifications are ASTM A 53 and API 5L.

2) *Continuous-welded* is furnace-welded pipe produced in continuous lengths from coiled skelp and subsequently cut into individual lengths, having its longitudinal butt joint forge-welded by the mechanical pressure developed in rolling the hot-formed skelp through a set of round pass welding rolls. Typical specifications are ASTM A 53 and API 5L

c) *Electric-fusion-welded pipe* is pipe having a longitudinal butt joint wherein coalescence is produced in the performed tube by manual or automatic



pada pipa yang telah dibentuk mula. Lasan boleh tunggal atau ganda dan boleh dibuat dengan atau tanpa menggunakan logam pengisi. Spesifikasi yang tipikal adalah ASTM A 134 dan ASTM A 139

Pipa las spiral juga dibuat dengan proses las-fusi-listrik dengan sambungan but, sambungan tumpang atau sambungan *lock-seam*. Spesifikasi yang tipikal adalah sebagai berikut: ASTM A 134, ASTM A 139 (Sambungan but), API 5L, dan ASTM A 211 (Sambungan but, tumpang atau lock-seam).

- d) Pipa las kilas listrik adalah pipa yang mempunyai sambungan but longitudinal yang penyambungannya dihasilkan secara serentak pada seluruh area permukaan ujung-temunya oleh panas yang didapatkan dari resistansi aliran arus listrik antara dua permukaan, dan oleh penggunaan tekanan setelah pemanasan dilakukan sepenuhnya. Kilasan dan *upsetting* disertai dengan penarikan paksa logam dari sambungan. Spesifikasi yang tipikal adalah: Spesifikasi Pipa Alir API 5L

- e) Pipa las-busur-benam-ganda adalah pipa yang mempunyai sambungan but longitudinal yang dibuat minimal dalam dua pass, dan salah satu passnya berada pada bagian dalam pipa. Penyambungan dihasilkan oleh pemanasan dengan satu atau beberapa busur listrik antara satu atau beberapa elektrode logam dan benda kerja. Pengelasan dilindungi oleh bahan serbuk, yang mampu fusi pada benda kerja. Tekanan tidak digunakan dan logam pengisi untuk lasan dalam dan luar diperoleh dari satu atau beberapa elektrode. Spesifikasi yang tipikal adalah ASTM A381 and Spesifikasi Pipa Alir API 5L

- f) Pipa seamless adalah produk tubular yang ditempa yang dibuat tanpa kampuh las. Pipa ini dibuat dari baja kerja-panas dan jika diperlukan, dilanjutkan dengan penyelesaian-dingin untuk menghasilkan bentuk, dimensi, dan sifat yang diinginkan. Spesifikasi yang tipikal adalah ASTM A53, ASTM A106 dan Spesifikasi Pipa Alir API 5L.

electric-arc welding. The weld may be single or double and may be made with or without the use of filler metal. Typical specifications are ASTM A 134 and ASTM A 139

*Spiral-welded pipe* is also made by the electric-fusion-welded process with either a butt joint, a lap joint, or a lock-seam joint. Typical specifications are: ASTM A 134, ASTM A 139 (Butt joint), API 5L, and ASTM A 211 (Butt joint, lap joint, or lockseam joint)

- d) *Electric-flash-welded pipe* is pipe having a longitudinal butt joint, wherein coalescence is produced simultaneously over the entire area of abutting surfaces by the heat obtained from resistance to the flow of electric current between the two surfaces, and by the application of pressure after heating is substantially completed. Flashing and upsetting are accompanied by expulsion of metal from the joint. A typical specification is: API 5L

- e) *Double submerged-arc-welded pipe* is pipe having a longitudinal butt joint produced by at least two passes, one of which is on the inside of the pipe. Coalescence is produced by heating with an electric arc or arcs between the bare metal electrode or electrodes and the work. The welding is shielded by a blanket of granular, fusible material on the work. Pressure is not used and filler metal for the inside and outside welds is obtained from the electrode or electrodes. Typical specifications are ASTM A 381 and API 5L.

- f) *Seamless pipe* is a wrought tubular product made without a welded seam. It is manufactured by hot-working steel and, if necessary, by subsequently cold-finishing the hot-worked tubular product to produce the desired shape, dimensions, and properties. Typical specifications are ASTM A 53, ASTM A 106 and API 5L



**804.25** Untuk pipa plastik lihat para. 805.13

**805 Istilah desain, fabrikasi, pengoperasian dan pengujian**

**805.1 Umum**

**805.11 Area**

**805.111** Kelas lokasi adalah area geografik sepanjang pipa penyalur yang diklasifikasikan berdasarkan jumlah dan jarak minimum bangunan untuk hunian orang dan karakteristik lainnya yang dipertimbangkan sewaktu menentukan tipe konstruksi, tekanan operasi, metode pengetesan pipa penyalur dan pipa induk yang terletak dalam area tersebut dan penerapan persyaratan pengoperasian dan perawatan tertentu.

**805.12** Untuk definisi istilah investigasi kebocoran, lihat Lampiran M.

**805.13 Istilah plastik**

**805.131 Nomenklatur sambungan plastik**

- a) Sambungan semen pelarut adalah sambungan yang dibuat pada perpipaian termoplastik dengan menggunakan pelarut atau semen pelarut yang membentuk ikatan kontinu antara permukaan pasangannya.
- b) Sambungan fusi panas adalah sambungan yang dibuat pada perpipaian termoplastik dengan memanasi bagian sambungan secukupnya agar dapat berfusi sewaktu bagian itu ditekan bersama.
- c) Sambungan adhesif adalah sambungan yang dibuat pada perpipaian plastik dengan menggunakan zat perekat yang membentuk ikatan kontinu antar permukaan pasangannya tanpa saling melarutkan.

**805.132** Rasio dimensi standar adalah rasio antara diameter luar pipa terhadap tebal dinding pipa termoplastik. Besaran ini dihitung dengan membagi diameter luar pipa dengan tebal dinding yang dispesifikasikan dalam inci.

**805.133** Kuat hidrostatik jangka panjang adalah estimasi tegangan melingkar dalam

**804.25** For plastic pipe, see para. 805.13.

**805 Design, fabrication, operation, and testing terms**

**805.1 General**

**805.11 Area**

**805.111** *Location class* is a geographic area along the pipeline classified according to the number and proximity of buildings intended for human occupancy and other characteristics that are considered when prescribing design factors for construction, operating pressures, and methods of testing pipelines and mains located in the area and applying certain operating and maintenance requirements.

**805.12** For definitions of *leakage investigation* terms, see Appendix M.

**805.13 Plastic terms**

**805.131 Plastic joint nomenclature**

- a) *Solvent cement joint* is a joint made in thermoplastic piping by the use of a solvent or solvent cement which forms a continuous bond between the mating surfaces.
- b) *Heat fusion joint* is a joint made in thermoplastic piping by heating the parts sufficiently to permit fusion of the materials when the parts are pressed together.
- c) *Adhesive joint* is a joint made in plastic piping by the use of an adhesive substance which forms a continuous bond between the mating surfaces without dissolving either one of them.

**805.132** *Standard dimension ratio* is the ratio of outside pipe diameter to wall thickness of thermoplastic pipe. It is calculated by dividing the specified outside diameter of the pipe by the specified wall thickness in inches.

**805.133** *Long term hydrostatic strength* is the estimated hoop stress in psi in a plastic



psi pada dinding pipa plastik yang akan menyebabkan kegagalan pipa dalam waktu rata-rata 100.000 jam bila menjalani tekanan hidrostatik konstan (lihat lampiran D).

### 805.15 Pabrikasi

**805.151** *Cold-springing*, jika digunakan dalam Standar ini, adalah pemabrikasian perpipaan sampai suatu panjang aktual yang lebih pendek daripada panjang nominalnya dan memaksa pipa itu dalam posisi yang diinginkan sedemikian rupa sehingga pipa itu tegang dalam kondisi terpasang; sehingga mengkompensasi sebagian dari pengaruh ekspansi akibat kenaikan suhu. Faktor *cold-spring* adalah rasio besarnya *cold-spring* yang tersedia dengan total ekspansi suhu terhitung.

**805.16** *Up-rating* adalah pengkualifikasian pipa penyalur atau pipa induk yang ada untuk tekanan operasi maksimum diperbolehkan yang lebih tinggi.

### 805.2 Desain

#### 805.21 Istilah tekanan

**805.211** Tekanan, kecuali jika disebut lain, tekanan dinyatakan dalam pon per inci kuadrat (psi) di atas tekanan atmosferik (misalnya, tekanan ukur) disingkat dengan psig.

**805.212** Tekanan rancangan adalah tekanan maksimum yang diizinkan standar ini, yang ditentukan berdasarkan prosedur rancangan yang berlaku untuk material dan lokasi yang terkait.

**805.213** Tekanan operasi maksimum (TOM), kadang dinyatakan sebagai tekanan operasi aktual maksimum, adalah tekanan operasi tertinggi dalam sistem perpipaan selama siklus operasi normal.

**805.214** Tekanan operasi maksimum yang diperbolehkan (TOMB) adalah tekanan maksimum di mana sistem gas boleh dioperasikan sesuai dengan ketentuan Standar ini.

**805.215** Tekanan tes-boleh maksimum adalah tekanan internal maksimum fluida

pipe wall that will cause failure of the pipe at an average of 100,000 hr when subjected to a constant hydrostatic pressure (see Appendix D).

### 805.15 Fabrication

**805.151** *Cold-springing*, where used in the Code, is the fabrication of piping to an actual length shorter than its nominal length and forcing it into position so that it is stressed in the erected condition; thus compensating partially for the effects produced by the expansion due to an increase in temperature. Cold-spring factor is the ratio of the amount of cold spring provided to the total computed temperature expansion.

**805.16** *Up-rating* is the qualifying of an existing pipeline or main for a higher maximum allowable operating pressure.

### 805.2 Design

#### 805.21 Pressure terms

**805.211** *Pressure*, unless otherwise stated, is expressed in pounds per square inch above atmospheric pressure (i.e., gage pressure), abbreviated as psig.

**805.212** *Design pressure* is the maximum pressure permitted by this Code, as determined by the design procedures applicable to the materials and locations involved.

**805.213** *Maximum operating pressure (MOP)*, sometimes referred to as maximum actual operating pressure, is the highest pressure at which a piping system is operated during a normal operating cycle.

**805.214** *Maximum allowable operating pressure (MAOP)*, is the maximum pressure at which a gas system may be operated in accordance with the provisions of this Code.

**805.215** *Maximum allowable test pressure* is the maximum internal fluid



yang diizinkan Standar ini untuk tes tekanan yang didasarkan pada material dan lokasi terkait.

pressure permitted by this Code for a pressure test based upon the material and location involved

**805.216** Tekanan servis standar adalah tekanan gas yang diatur oleh perusahaan gas untuk menjaga tekanan pada meter pelanggannya. Tekanan ini kadang-kadang disebut tekanan operasi normal.

**805.216** *Standard service pressure* is the gas pressure which a utility undertakes to maintain on its domestic customers' meters. This is sometimes called the normal utilization pressure.

**805.217** Perlindungan tekanan-lebih diberikan oleh piranti atau peralatan yang dipasang untuk mencegah tekanan dalam bejana tekan, pipa penyalur, atau pipa induk melampaui tekanan yang ditetapkan sebelumnya. Perlindungan ini diperoleh dengan memasang stasiun pelepas tekanan atau stasiun pembatas tekanan.

**805.217** *Overpressure protection* is provided by a device or equipment installed for the purpose of preventing the pressure in a pressure vessel, a pipeline, or a distribution system from exceeding a predetermined value. This protection may be obtained by installing a pressure relief station or a pressure limiting station.

**805.218** Tes tekanan-ketahanan adalah suatu tes untuk membuktikan bahwa pipa atau sistem perpipaan tidak bocor, yang dibuktikan dengan tidak adanya penurunan tekanan selama masa waktu tertentu setelah sumber tekanan diputuskan.

**805.218** Standup pressure test is a test to demonstrate that a pipe or piping system does not leak as evidenced by the lack of a drop in pressure over a specified period of time after the source of pressure has been isolated.

## **805.22 Istilah Suhu**

## **805.22 Temperature Terms**

**805.221** Suhu dinyatakan dalam derajat Fahrenheit (°F) sepanjang tidak dinyatakan lain.

**805.221** *Temperatures* are expressed in degrees Fahrenheit (°F) unless otherwise stated.

**805.222** Suhu ambien adalah suhu media sekeliling, biasanya digunakan untuk mengacu ke suhu udara di tempat bangunan berada atau piranti beroperasi.

**805.222** *Ambient temperature* is the temperature of the surrounding medium, usually used to refer to the temperature of the air in which a structure is situated or a device operates.

**805.223** Suhu tanah adalah suhu bumi pada kedalaman pipa.

**805.223** *Ground temperature* is the temperature of the earth at pipe depth.

## **805.23 Istilah tegangan**

## **805.23 Stress terms**

**805.231** Tegangan, dalam satuan pounds per inchi persegi, adalah resultan gaya internal yang menahan perubahan ukuran atau bentuk bodi sebagai akibat gaya eksternal. Dalam Standar ini tegangan sering diartikan sinonim dengan tegangan unit yaitu tegangan per-unit luas (psi).

**805.31** *Stress*, expressed in pounds per square inch, is the resultant internal force that resists change in the size or shape of a body acted on by external forces. In this Code, "stress" is often used as being synonymous with unit stress which is the stress per unit area .

**805.232** Tegangan operasi adalah tegangan pada pipa atau bagian struktur dalam kondisi operasi normal.

**805.232** *Operating stress* is the stress in a pipe or structural member under normal operating conditions.

**805.233** Tegangan lingkaran  $S_H$  adalah

**805.233** *Hoop stress*  $S_H$  is the stress in a



tegangan pada suatu pipa dengan tebal dinding  $t$  yang beraksi dalam arah melingkar pada bidang yang tegak lurus dengan sumbu longitudinal pipa, yang dihasilkan oleh tekanan fluida  $P$  pada pipa berdiameter  $D$  dan dihitung dengan rumus Barlow:

$$S_H = \frac{PD}{2t}$$

**805.234** Tegangan lingkaran maksimum yang diperbolehkan adalah tegangan melingkar yang diizinkan Standar ini untuk pendesainan sistem perpipaan. Tegangan ini tergantung pada material yang digunakan, lokasi pipa, dan kondisi operasi, serta pembatasan lainnya yang ditentukan oleh desainer dalam memenuhi Standar ini.

**805.235** Tegangan sekunder adalah tegangan yang timbul pada dinding pipa karena beban selain daripada tekanan internal fluida, misalnya beban urukan, beban lalu lintas, gaya gelagar karena bencana alam (lihat butir 841.13), beban sendiri pada bentangan, beban pada penyangga, dan pada koneksi ke pipa.

## 807 Jaminan Mutu

Sistem pengendalian mutu terdiri dari sistem tindakan terencana, sistematis dan pencegahan yang diperlukan untuk menjamin bahwa material, produk dan layanan akan memenuhi persyaratan yang ditentukan. Sistem dan prosedur jaminan mutu terdiri dari pemeriksaan dan audit berkala untuk menjamin bahwa sistem pengendalian mutu akan memenuhi semua tujuan yang ditetapkan.

Integritas sistem pipa penyalur dapat ditingkatkan dengan menerapkan sistem jaminan mutu. Sistem ini sebaiknya diterapkan pada kegiatan desain, pengadaan, konstruksi, pengujian, operasi dan pemeliharaan dalam menerapkan standar ini. Organisasi yang melaksanakan desain, fabrikasi, perakitan, ereksi, inspeksi, pemeriksaan, pengujian, instalasi, operasi dan perawatan untuk ASME B31.8 sistem perpipaan harus memiliki sistem jaminan mutu tertulis sesuai dengan dokumen berlaku. Registrasi dan sertifikasi dari sistem jaminan mutu sebaiknya dengan persetujuan antara pihak-pihak yang terkait.

pipe of wall thickness  $t$  acting circumferentially in a plane perpendicular to the longitudinal axis of the pipe, produced by the pressure  $P$  of the fluid in a pipe of diameter  $D$  and is determined by Barlow's formula:

**805.234** *Maximum allowable hoop stress* is the maximum hoop stress permitted by this Code for the design of a piping system. It depends upon the material used, the location of the pipe, the operating conditions, and other limitations imposed by the designer in conformance with this Code.

**805.235** *Secondary stress* is stress created in the pipe wall by loads other than internal fluid pressure, e.g., backfill loads, traffic loads, loads caused by natural hazards (see para. 841.13), beam action in a span, loads at supports, and at connections to the pipe.

## 807 Quality Assurance

Quality control systems consist of systems of those planned, systematic, and preventative action that are required to ensure that materials, product and service will meet specified requirement. Quality assurance system and procedure consist of periodic audits and checks that ensure the quality control system will meet all of its stated purposes.

The integrity of pipeline system may be improved by the application of quality assurance system. These systems should be applied to the design, procurement, construction, testing, operating, and maintenance activities in the application of this code. Organization performing design, fabrication, assembly, erection, inspection, examination, testing, installation, operation, and maintenance application for ASME B 31.8 piping system should have a written quality assurance system in accordance with applicable documents. Registration or certification of the quality assurance system should be by agreement between the contracting Parties involved.



## Bab I Material dan Peralatan

### 810 Material dan peralatan

**810.1** Semua material dan peralatan yang akan menjadi bagian permanen suatu sistem perpipaan yang dikonstruksi menurut standar ini harus sesuai dan aman untuk kondisi di mana material dan peralatan tersebut akan digunakan. Semua material dan peralatan tersebut harus dikualifikasi untuk kondisi penggunaannya dengan memenuhi spesifikasi, standar tertentu dan persyaratan khusus Standar ini, atau seperti yang ditentukan bab ini.

### 811 Kualifikasi material dan peralatan

**811.1** Material dan peralatan sepanjang metode kualifikasi penggunaannya melibatkan standar ini, dibagi menjadi lima kategori berikut :

- a) barang yang mengikuti standar atau spesifikasi yang diacu dalam Standar ini.
- b) barang yang penting dari segi keselamatan, dari satu tipe yang standar atau spesifikasinya diacu dalam standar ini, namun secara spesifik tidak mengikuti standar yang diacu, contohnya pipa yang dibuat menurut spesifikasi yang tidak diacu dalam Standar ini;
- c) barang dari satu tipe yang standar atau spesifikasinya diacu dalam standar ini, tetapi tidak mengikuti standar dan nilainya relatif tidak penting dari segi keselamatan karena ukurannya kecil atau karena kondisi di tempat penggunaannya;
- d) barang dari satu tipe yang standar atau spesifikasinya tidak diacu dalam Standar ini, misalnya kompresor gas;
- e) *proprietary item* (lihat definisi butir 804.14);
- f) Tidak beridentifikasi atau pipa bekas

**811.2** Prosedur yang ditetapkan untuk mengkualifikasi masing-masing dari lima kategori di atas dinyatakan dalam paragraf berikut.

**811.21** Barang yang mengikuti standar atau spesifikasi yang diacu dalam standar ini [butir 811.1 (a)] boleh digunakan untuk aplikasi yang sesuai, seperti yang ditentukan

## Chapter I Materials and Equipment

### 810 Materials and Equipment

**810.1** It is intended that all materials and equipment that will become a permanent part of any piping system constructed under this Code shall be suitable and safe for the conditions under which they are used. All such materials and equipment shall be qualified for the conditions of their use by compliance with certain specifications, standards, and special requirements of this Code, or otherwise as provided herein.

### 811 Qualification of materials and equipment

**811.1** Materials and equipment fall into six categories, insofar as methods of qualification for use under this Code are concerned :

- a) items which conform to standards or specifications referenced in this Code;
- b) items that are important from a safety standpoint, of a type for which standards or specifications are referenced in this Code, but specifically do not conform to a referenced standard, e.g., pipe manufactured to a specification not referenced in the Code;
- c) items of a type for which standards or specifications are referenced in this Code, but which do not conform to the standards and are relatively unimportant from a safety standpoint because of their small size or because of the conditions under which they are to be used;
- d) items of a type for which no standard or specification is referenced in this Code, (e.g., gas compressor).
- e) proprietary items (see definition, para. 804.14);
- f) unidentified or used pipe.

**811.2** Prescribed procedures for qualifying each of these six categories are given in the following paragraphs.

**811.21** Items which conform to standards or specifications referenced in this Code [para. 811. 1 (a)] may be used for appropriate applications, as prescribed and



dan dibatasi oleh standar ini tanpa kualifikasi lebih lanjut (butir lihat 814).

**811.22** Barang yang penting dari satu tipe yang standar atau spesifikasinya diacu dalam Standar ini, misalnya pipa, katup, flensa, tetapi tidak mengikuti standar atau spesifikasi yang diacu dalam Standar ini [butir 811.1(b)] harus dikualifikasi seperti yang dijelaskan butir 811.221 atau 811.222.

**811.221** Material yang mengikuti suatu spesifikasi tertulis yang tidak banyak menyimpang dari standar atau spesifikasi yang diacu dan memenuhi persyaratan minimum Standar ini, yang berkaitan dengan kualitas material dan hasil pengerjaannya boleh digunakan. Paragraf ini harus tidak ditafsirkan mengizinkan penyimpangan yang merugikan terhadap mampu las atau duktilitas material. Jika penyimpangan ini akan menurunkan kekuatan material, kompensasi penuh terhadap pengurangan tersebut harus diperhitungkan dalam desain.

**811.222** Jika mengajukan permohonan persetujuan kepada Instansi berwenang, hal-hal berikut harus dipenuhi. Jika mungkin, material harus diidentifikasi dengan suatu material yang sepadan, dan hendaknya dinyatakan bahwa material tersebut memenuhi spesifikasi itu, kecuali sebagaimana yang tertulis dalam catatan. Informasi lengkap tentang komposisi kimia dan sifat fisik harus diserahkan, dan mendapatkan persetujuan Instansi yang berwenang sebelum material tersebut digunakan.

**811.23** Barang yang relatif tidak penting yang tidak mengikuti standar dan spesifikasi [butir 811.1 (c)], boleh digunakan asalkan;

- a) barang tersebut diuji atau diinvestigasi dan hasilnya cocok untuk servis yang direncanakan;
- b) barang tersebut digunakan pada tegangan unit yang tidak lebih besar dari 50% tegangan yang diizinkan standar ini untuk material yang sepadan; dan
- c) penggunaannya tidak dilarang secara khusus oleh standar.

**811.24** Barang dari satu tipe yang standar atau spesifikasinya tidak diacu dalam

limited by this Code without further qualification (see para. 814).

**811.22** Important items of a type for which standards or specifications are referenced in this Code, such as pipe, valves, and flanges, but which do not conform to standards or specifications referenced in this Code [para. 811.1.(b)] shall be qualified as described in para. 811.221 or 811.222.

**811.221** A material conforming to a written specification which does not vary substantially from a referenced standard or specification and which meet the minimum requirements of this Code with respect to quality of materials and workmanship may be used. This paragraph shall not be construed to permit deviations which would tend to affect weldability or ductility adversely. If the deviations tend to reduce strength, full allowance for the reduction shall be provided for in the design.

**811.222** When petitioning the Section Committee for approval, the following requirements shall be met. If possible, the material shall be identified with a comparable material, and it should be stated that the material will comply with that specification, except as noted. Complete information as to chemical composition and physical properties shall be supplied to the Section Committee, and their approval shall be obtained before this material is used.

**811.23** Relatively unimportant items which do not conform to a standard or specification [para. 811. 1 (c)] may be used, provided that:

- a) they are tested or investigated and found suitable for the proposed service;
- b) they are used at unit stresses not greater than 50% of those allowed by this Code for comparable materials; and
- c) their use is not specifically prohibited by the Code.

**811.24** Items of a type for which no standards or specifications are referenced in



Standar [butir 811.1 (d)] dan barang *proprietary* [butir 811.1 (e)] boleh dikualifikasi oleh pemakai asalkan

- a) pemakai melakukan investigasi dan tes (bila diperlukan) yang membuktikan bahwa barang tersebut cocok dan aman untuk servis yang direncanakan
- b) pemanufaktur memastikan keselamatan dari hal yang direkomendasi untuk servis tersebut (misalnya kompresor gas dan piranti pelepas tekanan).

**811.25** Pipa yang tidak beridentifikasi atau pipa bekas pakai [butir 811. 1 (f)], kecuali untuk penerapan bawah-laut, boleh digunakan asalkan menjalani persyaratan butir 817.

## **812 Material untuk digunakan di cuaca dingin**

Beberapa material yang sesuai dengan spesifikasi yang dirujuk untuk penggunaan menurut standar ini mungkin tidak mempunyai sifat yang sesuai untuk bagian yang lebih rendah dari *band* suhu yang dicakup oleh Standar ini. Para insinyur diperingatkan untuk memperhatikan sifat dampak suhu-rendah dari material yang digunakan untuk fasilitas yang terekspos pada suhu tanah yang luar biasa rendah atau suhu atmosfer yang rendah

### **813 Penandaan**

**813.1** Semua katup, penyambung pipa, flensa, perbautan, pipa, dan tubing harus diberi tanda sesuai dengan persyaratan penandaan dari standar dan spesifikasi pembuatan barang tersebut atau sesuai dengan persyaratan MSS SP-25.

**813.2** Jika menggunakan stempel keras harus dilakukan dengan stempel yang mempunyai ujung tumpul atau bulat agar konsentrasi tegangan diperkecil.

### **814 Spesifikasi material**

Daftar semua spesifikasi material yang diacu lihat Lampiran A . Daftar standar material lain yang biasa digunakan dan tidak diacu, lihat Lampiran C.

this Code [para. 811.1(d)] and proprietary items [para. 811.1(e)] may be qualified by the user provided

- a) the user conducts investigation and tests (if needed) that demonstrate that the item of material or equipment is suitable and safe for the proposed service
- b) the manufacturer affirms the safety of the item recommended for that service (e.g gas compressors and pressure relief devices).

**811.25** Unidentified or used pipe [para. 811.1(f)] may be used, except for subsea application, subject to the requirements of para. 817.

## **812 Materials for use in cold climates**

Some of the materials conforming to specifications referenced for use under this Code may not have properties suitable for the lower portion of the temperature band covered by this Code. Engineers are cautioned to give attention to the low-temperature impact properties of the materials used for facilities to be exposed to unusually low ground temperatures or low atmospheric temperatures.

### **813 Marking**

**813.1** All valves, fittings, flanges, bolting, pipe, and tubing shall be marked in accordance with the marking sections of the standards and specifications to which the items were manufactured or in accordance with the requirements of MSS SP-25.

**813.2** Die stamping, if used, shall be done with dies having blunt or rounded edges to minimize stress concentrations.

### **814 Material specifications**

For a listing of all referenced material specifications, see Appendices A. For a listing of standards for other commonly used materials that are not referenced, see



## Appendix C.

**814.1** Pipa dikualifikasi menurut butir 811.1(a).

**814.1** Pipe which is qualified under para. 811.1 (a).

**814.11 Pipa baja****814.11 Steel pipe**

a) Pipa baja yang dimanufaktur sesuai dengan standar berikut boleh digunakan:

API 5L	Line pipe
ASTM A 53	Welded and seamless Pipe
ASTM A 106	Seamless pipe
ASTM A 134	Electric-fusion (Arc)-welded pipe
ASTM A 135	Electric-resistance-welded pipe
ASTM A 139	Electric-fusion (Arc)-welded pipe
ASTM A 333	Seamless & welded pipe for low-temperature service
ASTM A 381	Metal-arc-welded pipe
ASTM A 671	Electric-fusion-welded pipe
ASTM A 672	Electric-fusion-welded pipe

a) Steel pipe manufactured in accordance with the following standards may be used:

API 5L	Line pipe
ASTM A 53	Welded and seamless pipe
ASTM A 106	Seamless pipe
ASTM A 134	Electric-fusion (Arc)-welded pipe
ASTM A 135	Electric-resistance-welded pipe
ASTM A 139	Electric-fusion (Arc)-welded pipe
ASTM A 333	Seamless and welded pipe for low-temperature service
ASTM A 381	Metal-arc-welded pipe
ASTM A 671	Electric-fusion-welded pipe
ASTM A 672	Electric-fusion-welded pipe

b) Pipa ekspansi dingin harus memenuhi persyaratan mandatori Spesifikasi Pipa Alir API 5L.

b) Cold expanded pipe shall meet the mandatory requirements of API 5L.

**814.12 Pipa besi ulet.** Pipa besi ulet yang dibuat sesuai dengan *ANSI A21.52 Ductile-Iron Pipe, Centrifugally Cast, in Metal Molds atau Sand-Lined Molds for Gas*, boleh digunakan.

**814.1.2 Ductile iron pipe.** Ductile iron pipe manufactured in accordance with ANSI A21.52 Ductile-Iron Pipe, Centrifugally Cast, in Metal Molds or Sand-Lined Molds for Gas, may be used.

**814.13 Pipa dan komponen plastik.**

Pipa dan komponen plastik yang dimanufaktur sesuai dengan standar berikut boleh digunakan :

ASTM D 2513	<i>Thermoplastic gas pressure pipe, tubing, and fittings.</i>
ASTM D 2517	<i>Reinforced epoxy resin gas pressure pipe and fittings.</i>

**814.13 Plastic pipe and components**

a) Plastic pipe and components manufactured in accordance with the following standards may be used:

ASTM D 2513	Thermoplastic gas pressure pipe, tubing, and fittings
ASTM D 2517	Reinforced epoxy resin gas pressure pipe and fittings

b) Pipa, tubing, fitting, dan perekat semen termoplastik yang mengikuti ASTM D 2513 harus diproduksi sesuai dengan program pengendalian mutu *in-plant* seperti yang direkomendasikan pada Lampiran A4 dari spesifikasi itu.

b) Thermoplastic pipe, tubing, fittings, and cements conforming to ASTM D 2513 shall be produced in accordance with the in-plant quality control program recommended in Appendix A4 of that specification.

**814.14 Kualifikasi dari material perpipaian plastik.****814.14 Qualification of plastic piping materials**

a) Di samping ketentuan butir 814.13, pemakai harus memeriksa dengan

a) In addition to the provisions of para. 814.13, the user shall thoroughly



eksama pipa, tubing, dan fitting plastik tertentu yang akan digunakan dan harus ditentukan kemampuan material untuk kondisi yang diantisipasi. Material yang diseleksi harus tahan terhadap lingkungan zat cair dan bahan kimia yang mungkin ditemui.

- b) Jika pipa plastik, tubing, atau fitting dengan spesifikasi material yang berbeda disambung, investigasi yang cermat untuk menentukan bahwa material itu sesuai satu sama lainnya harus dilakukan. Lihat butir 842.39 untuk persyaratan penyambungan.

#### **814.2 Komponen perpipaian baja, besi tuang, dan besi ulet.**

Persyaratan khusus untuk komponen perpipaian ini yang memenuhi menurut butir 811.1 (a) terdapat dalam Bab III.

#### **815 Spesifikasi peralatan**

Spesifikasi lengkap untuk peralatan tidak dimasukkan dalam standar ini kecuali untuk material komponen perpipaian dan material struktur yang terdaftar pada Lampiran A, dan C. Bagaimanapun, detail tertentu dari desain dan fabrikasi masih perlu mengacu ke spesifikasi peralatan, seperti penggantung pipa, peredam getrasi, fasilitas kelistrikan, mesin, kompresor, dan sebagainya. Spesifikasi parsial untuk item peralatan yang demikian dinyatakan dalam paragraf ini, khususnya jika peralatan itu berpengaruh pada keselamatan sistem perpipaian di tempat pemasangannya. Dalam kasus lain, bila Standar ini tidak memberikan spesifikasi untuk item peralatan tertentu, maka yang berlaku adalah ketentuan keselamatan dari standar ini, sejauh ketentuan tersebut dapat diberlakukan, dan dalam hal apa pun keselamatan peralatan yang dipasang pada sistem perpipaian harus sepadan dengan peralatan bagian lain dari sistem yang sama.

#### **816 Pengangkutan pipa**

Ketentuan harus dibuat untuk melindungi pipa, bevel, pelindung korosi dan pelindung pemberat (jika memungkinkan) dari kerusakan selama setiap jenis pengangkutan (jalan raya, kereta api dan atau angkutan sungai) dari jaringan pipa.

investigate the specific plastic pipe, bing, or fitting to be used and shall determined material serviceability for the onditions anticipated. The selected material shall be adequately resistant to the liquids and chemical atmospheres which may be encountered.

- b) When plastic pipe, tubing, or fittings of different material specifications are joined together, a thorough investigation shall be made to determine that the materials are compatible with each other. See para. 842.39 for joining requirements.

#### **814.2 Steel, cast iron, and ductile iron piping components**

Specific requirements for these piping components which qualify under para. 811.1 (a) are found in Chapter III.

#### **815 Equipment specifications**

Except for the piping components and structural materials listed in Appendices A, and C, it is not intended to include in this Code complete specifications for equipment. However, certain details of design and fabrication necessarily refer to equipment, such as pipe hangers, vibration dampeners, electrical facilities, engines, compressors, etc. Partial specifications for such equipment items are given herein, particularly if they affect the safety of the piping system in which they are to be installed. In other cases where the Code gives no specifications for the particular equipment item, the intent is that the safety provisions of the Code shall govern, insofar as they are applicable, and in any case the safety of equipment installed in a piping system shall be equivalent to that of other parts of the same system.

#### **816 Transportation of line pipe**

Provision should be made to protect the pipe, bevels, corrosion coating, and weight coating (if applicable) from damage during any transportation (highway, rail, and/or water) of line pipe.



Setiap jaringan pipa yang akan diangkut kereta api, angkutan sungai atau laut, masing-masing harus dimuat berdasarkan API RP5L1, atau API RP5LW. Bila tidak mungkin menentukan bahwa pipa tersebut diangkut berdasarkan referensi rekomendasi praktis tersebut di atas, pipa harus dites secara hidrostatik sekurang-kurangnya 1,25 kali tekanan operasi maksimum yang diperbolehkan selama sekurang-kurangnya 2 jam jika dipasang dalam lokasi Kelas 1, atau sekurang-kurangnya 1,5 kali tekanan operasi maksimum yang diperbolehkan jika dipasang dalam lokasi Kelas 2, 3, atau 4.

## 817 Syarat untuk penggunaan-ulang pipa

### 817.1 Penggunaan-ulang pipa baja

**817.11** Pemotongan sebagian pipa penyalur baja yang telah ada dan penggunaan ulang pipa tersebut dalam pipa yang sama, atau pada pipa yang beroperasi pada tekanan sama atau lebih rendah, diizinkan asalkan memenuhi restriksi butir 817.1.3(a), (f), dan (i).

**817.12** Pipa baja bekas pakai, pipa baja baru yang tak beridentifikasi boleh digunakan untuk servis level tegangan rendah (tegangan melingkar kurang dari 6000 psi) di mana *close coiling* atau *close bending* tidak akan dilakukan, asalkan

- a) pemeriksaan visual menunjukkan bahwa pipa itu dalam kondisi baik dan bebas dari *split seam* atau cacat lain yang akan menyebabkan
- b) jika pipa yang akan dilas tidak diketahui spesifikasinya, pipa itu harus lulus tes kemampuan secara memuaskan yang ditentukan pada butir 817.1.3(e).

**817.13** Pipa baja bekas pakai dan pipa baja baru tidak diidentifikasi boleh dikualifikasikan penggunaannya pada tingkat tegangan melingkar di atas 6000 psi atau untuk servis yang *melibatkan close coiling* atau *close bending* menurut prosedur dan di dalam batas-batas yang dijelaskan dalam tabel di bawah ini.

Any line pipe to be transported by railroad, inland waterway, or by marine transportation, shall be loaded in accordance with API RP5L1 or API RP5LW. Where it is not possible to establish that pipe was loaded and transported in accordance with the above referenced recommended practice, the pipe shall be hydrostatically tested for at least 2 hr to at least 1.25 times the maximum allowable operating pressure if installed in a Class 1 location, or to at least 1.5 times the maximum allowable operating pressure if installed in a Class 2, 3, or 4 location.

## 817 Conditions for the reuse of pipe

### 817.1 Reuse of steel pipe

**817.11** Removal of a portion of an existing steel line and reuse of the pipe in the same line, or in a line operating at the same or lower pressure, is permitted, except for subsea application, subject only to the restrictions of paras. 817.1.3(a), (f), and (i).

**817.12** Used steel pipe and unidentified new steel pipe may be used for low-stress (hoop stress less than 6000 psi) level service where no close coiling or close bending is to be done, provided that

- a) careful visual examination indicates that it is in good condition and free from split seams or other defects that would cause leakage
- b) if the pipe is to be welded and is of unknown specification, it shall satisfactorily pass weldability tests prescribed in para. 817.1.3(e).

**817.13** Used steel pipe and unidentified new steel pipe may be qualified for use at hoop stress levels above 6000 psi or for service involving close coiling or close bending by the procedures and within the limits outlined in the table below.



	<u>New or used pipe, unknown specification</u>	<u>Used pipe, known specification</u>
Inspection	(a)	(a)
Bending properties	(b)	.....
Thickness	(c)	(c)
Longitudinal Joint factor	(d)	(d)
Weldability	(e)	.....
Surface defects	(f)	(f)
Yield strength	(g)	.....
S value (para. 841.11)	(h)	.....
Hydrostatic Test	(i)	(i)

CATATAN UMUM Huruf-huruf dalam tabel berhubungan dengan sub-paragraf berikut, kecuali jika dinyatakan lain

- |   |   |
|---|---|
| <p>a) Inspeksi. Jika diperlukan seluruh pipa harus dibersihkan dari dalam dan luar untuk memungkinkan inspeksi dengan baik. Seluruh pipa harus diperiksa secara visual untuk menentukan bahwa pipa tersebut bulat dan lurus serta untuk menemukan cacat yang dapat mengurangi kekuatan atau kerapatan pipa.</p> <p>b) Sifat melengkung. Untuk pipa NPS 2 dan lebih kecil, pipa dengan panjang secukupnya harus dilengkung dingin 90 derajat mengitari <i>mandrel</i> silindris, dengan diameter 12 kali diameter nominal pipa, tanpa mengakibatkan retakan pada bagian manapun dan tanpa menimbulkan bukaan pada lasan.</p> <p>Untuk pipa yang lebih besar dari NPS 2, harus dilakukan tes pemipihan seperti memenuhi persyaratan dalam tes ini, kecuali itu jumlah tes yang disyaratkan untuk menentukan sifat pemipihan harus sama seperti yang disyaratkan butir (g) di bawah untuk penentuan kuat luluh.</p> <p>c) Penentuan tebal dinding. Kecuali jika tebal dinding nominal diketahui dengan pasti, tebal dinding harus ditentukan dengan mengukur ketebalan pada titik perempat di salah satu ujung setiap potongan pipa. Jika <i>lot</i> pipa diketahui mempunyai <i>grade</i>, ukuran, dan ketebalan nominal yang seragam, maka pengukuran harus dilakukan sekurang-kurangnya 10% dari jumlah barang individual, tetapi tidak kurang dari 10 batang; ketebalan batang lain boleh diverifikasi dengan menggunakan alat pengukur yang disetel</p> | <p>a) <i>Inspection</i>. All pipe shall be cleaned inside and outside, if necessary, to permit good inspection. All pipe shall be visually inspected to determine that it is reasonably round and straight and to discover any defects that might impair its strength or tightness.</p> <p>b) <i>Bending Properties</i>. For pipe NPS 2 and smaller, a sufficient length of pipe shall be bent cold through 90 deg. around a cylindrical mandrel, the diameter of which is 12 times the nominal diameter of the pipe, without developing cracks at any portion and without opening the weld.</p> <p>For pipe larger than NPS 2, flattening tests as prescribed in Appendix H shall be made. The pipe shall meet the requirements in this test, except that the number of tests required to determine flattening properties shall be the same as required in subpara. (g) below to determine yield strength.</p> <p>c) <i>Determination of wall thickness</i>. Unless the nominal wall thickness is known with certainty, it shall be determined by measuring the thickness at quarter points on one end of each piece of pipe. If the lot of pipe is known to be of uniform grade, size, and nominal thickness, measurement shall be made on not less than 10% of the individual lengths, but not less than 10 lengths; thickness of the other lengths may be verified by applying a gage set to the minimum thickness. Following such measurement, the</p> |
|---|---|



pada ketebalan minimum. Sebagai kelanjutan pengukuran tersebut, ketebalan dinding nominal harus diambil sebagai ketebalan dinding komersial lain di bawah nilai rata-rata dari seluruh pengukuran yang dilakukan, tetapi harus tidak lebih besar dari 1,14 kali ketebalan terukur terkecil untuk pipa yang lebih kecil dari NPS 20 dan harus lebih besar dari 1,11 kali ketebalan terukur terkecil untuk pipa NPS 20 atau lebih besar.

- d) Faktor sambungan longitudinal. Jika tipe sambungan longitudinal dapat ditentukan dengan pasti, maka Faktor Sambungan Longitudinal E (Tabel 841.115A Bab IV) boleh digunakan. Sebaliknya, faktor E harus diambil sebesar 0,60 untuk pipa NPS 4 dan lebih kecil, atau 0,80 untuk pipa lebih besar dari NPS 4.

- e) Mampu las. Mampu las harus ditentukan sebagai berikut. Juru las yang berkualifikasi harus membuat lasan melingkar pada pipa. Lasan kemudian harus dites sesuai dengan persyaratan API 1104. Kualifikasi las tersebut harus dilaksanakan pada kondisi yang paling sulit berdasarkan kondisi pengelasan yang dimungkinkan di lapangan dan menggunakan prosedur yang sama sebagaimana yang digunakan di lapangan.

Pipa akan dinilai mampu-las jika persyaratan yang tercantum dalam standar Pengelasan Saluran Pipa dan Fasilitas Terkait API 1104 dipenuhi. Untuk setiap 100 batang pipa dengan ukuran lebih besar dari NPS 4 sekurang-kurangnya satu lasan tes seperti di atas harus dilakukan. Pada pipa ukuran NPS 4 dan lebih kecil, satu tes disyaratkan untuk setiap 400 batang pipa.

Jika dalam pengetesan lasan, persyaratan Pengelasan Saluran Pipa dan Fasilitas Terkait API 1104 tidak dapat dipenuhi, maka kemampuan boleh ditentukan dengan melakukan tes kimia untuk karbon dan mangan (lihat butir 823.23), dan melanjutkannya sesuai dengan ketentuan Kualifikasi *Pengelasan ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section IX*. Jumlah tes kimia harus sama seperti yang disyaratkan untuk tes lasan melingkar seperti dinyatakan di atas.

nominal wall thickness shall be taken as the next commercial wall thickness below the average of all the measurements taken, but in no case greater than 1.14 times the least measured thickness for all pipe smaller than NPS 20, and no greater than 1.11 times the least measured thickness for all pipe NPS 20 and larger.

- d) *Longitudinal joint factor*. If the type of longitudinal joint can be determined with certainty, the corresponding Longitudinal Joint Factor E (Table 841.115A in Chapter IV), may be used. Otherwise, E shall be taken as 0.60 for pipe NPS 4 and smaller, or 0.80 for pipe larger than NPS 4.

- e) *Weldability*. Weldability shall be determined as follows. A qualified welder shall make a girth weld in the pipe. The weld shall then be tested in accordance with requirements of API 1104.

The qualifying weld shall be made under the most severe conditions under which welding will be permitted in the field and using the same procedure as to be used in the field.

The pipe shall be considered weldable if the requirements set forth in API 1104 are met. At least one such test weld shall be made for each 100 lengths of pipe in sizes larger than NPS 4. On sizes NPS 4 and smaller, one test will be required for each 400 lengths of pipe.

If in testing the weld, the requirements of API 1104 cannot be met, the weldability may be established by making chemical tests for carbon and manganese (see para. 823.23), and proceeding in accordance with the provisions of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section IX. The number of chemical tests shall be the same as required for circumferential weld tests stated above.



f) Cacat permukaan. Semua pipa harus diperiksa terhadap *gouges*, alur, dan penyok dan harus dikualifikasikan sesuai dengan ketentuan butir 841.24.

g) Penentuan kuat luluh. Jika kuat luluh minimum spesifikasi, kuat tarik, atau elongasi untuk pipa dari pamanufaktur tidak diketahui, dan tes-tes fisik tidak dilaksanakan, maka kuat luluh minimum untuk maksud desain harus diambil tidak lebih dari 24.000 psi. Sebagai alternatif sifat tarik dapat ditentukan sebagai berikut.

- 1) Laksanakan seluruh tes tarik yang ditentukan API 5L, kecuali itu jumlah tes tersebut harus sebagai berikut :

Jumlah tes tarik, semua ukuran

Lot dari :

10 batang atau kurang 1 set tes dari setiap batang

11 s/d 100 batang 1 set tes untuk setiap 5 (lima), tetapi tidak kurang dari 10

lebih dari 100 batang 1 set tes untuk setiap 10 batang, tetapi tidak kurang dari 20

- (1) Semua spesimen untuk pengujian harus diseleksi secara acak.

- (2) Jika rasio kuat luluh terhadap kuat tarik melebihi 0,85, maka pipa harus tidak digunakan, kecuali seperti yang ditentukan butir 817.12.

h) Nilai S. Untuk pipa yang spesifikasinya tidak diketahui, kuat luluh, yang akan digunakan sebagai S dalam rumus pada butir 841.1 1, sebagai pengganti dari kuat luluh minimum spesifikasi, harus 24.000 psi, atau ditentukan sebagai berikut:

Tentukan nilai rata-rata semua tes kuat luluh untuk suatu lot yang seragam. Nilai S kemudian harus diambil yang terkecil dari nilai berikut:

- 1) 80% dari nilai rata-rata tes kuat ulur;
- 2) nilai minimum dari tes kuat luluh manapun, namun demikian nilai S harus tidak diambil lebih besar dari 52.000 psi.

i) Tes hidrostatik. Pipa baru atau pipa bekas yang spesifikasinya tidak diketahui dan

f) *Surface Defects*. All pipe shall be examined for gouges, grooves, and dents, and shall be qualified in accordance with the provisions of para. 841.24.

g) *Determination of Yield Strength*. When the manufacturer's specified minimum yield strength, tensile strength, or elongation for the pipe is unknown, and no physical tests are made, the minimum yield strength for purposes of design shall be taken as not more than 24,000 psi. Alternatively, the tensile properties may be established as follows.

- 1) Perform all tensile tests prescribed by API 5L except that the number of such tests shall be as follows:

Number of tensile tests, all sizes

Lot of:

10 lengths or less 1 set of tests from each length

11 to 100 lengths 1 set of tests for each 5 lengths, but not less than 10

Over 100 lengths 1 set of tests for each 10 lengths, but not less than 20

- (1) All test specimens shall be selected at random.

- (2) If the yield-tensile ratio exceeds 0.85, the pipe shall not be used, except as provided in para. 817.12.

h) *S Value*. For pipe of unknown specification, the yield strength, to be used as S in the formula of para. 841.11, in lieu of the specified minimum yield strength, shall be 24,000 psi, or determined as follows.

Determine the average value of all yield strength tests for a uniform lot. The value of S shall then be taken as the lesser of the following:

- 1) 80% of the average value of the yield strength tests;
- 2) the minimum value of any yield strength test, provided, however, that in no case shall S be taken as greater than 52,000 psi.

i) *Hydrostatic Test*. New or used pipe of unknown specification and all used pipe,



semua pipa bekas pakai, yang kekuatannya telah berkurang akibat korosi atau deteriorasi lain harus dites hidrostatis ulang batang per batang seperti tes yang dilakukan di pabrik atau dites di lapangan setelah pemasangan dan sebelum digunakan. Tekanan tes yang digunakan harus dipakai sebagai dasar untuk menentukan tekanan operasi-boleh maksimum, dengan memenuhi limitasi yang diuraikan dalam butir 841.111.

the strength of which is impaired by corrosion or other deterioration, shall be retested hydrostatically either length by length in a mill type test or in the field after installation before being placed in service. The test pressure used shall establish the maximum allowable operating pressure, subject to limitations described in para. 841.111.

### **817.2 Penggunaan ulang pipa besi cor atau pipa besi ulet.**

### **817.2 Reuse of ductile iron pipe**

**817.21** Pemotongan porsi pipa yang telah ada, yang spesifikasinya tidak diketahui dan penggunaan-ulang pipa dalam saluran yang sama atau dalam saluran yang beroperasi pada tekanan sama atau lebih kecil diizinkan, asalkan inspeksi yang dilakukan menunjukkan bahwa pipa tidak cacat, memungkinkan untuk pembuatan sambungan yang rapat, dan mempunyai tebal dinding bersih 'net' aktual sama dengan atau melebihi persyaratan butir 842.214. Pipa harus dites bocor berdasarkan butir 841.34 atau butir 841.35.

**817.21** The removal of a portion of an existing line of unknown specifications and the reuse of the pipe in the same line or in a line operating at the same or lower pressure is permitted, provided careful inspection indicates that the pipe is sound, permits the makeup of tight joints, and has an actual net wall thickness equal to or exceeding the requirements of para. 842.214. The pipe shall be leak-tested in accordance with para. 841.34 or 841.35.

**817.22** Pipa bekas yang spesifikasinya diketahui boleh digunakan ulang sesuai dengan ketentuan dan spesifikasi pada butir 842.2, asalkan inspeksi yang dilakukan menunjukkan bahwa pipa tidak cacat dan memungkinkan pembuatan sambungan yang rapat.

**81.7.22** Used pipe of known specifications may be reused in accordance with the provisions and specifications of para. 842.2 provided a careful inspection indicates the pipe is sound and permits the makeup of tight joints.

### **817.3 Penggunaan ulang perpipaan plastik**

### **817.3 Reuse of plastic piping**

Pipa dan tubing plastik bekas yang spesifikasi dan dimensinya diketahui dan telah digunakan untuk penyaluran gas alam hanya boleh digunakan ulang, asalkan :

Used plastic pipe and tubing of known specifications and dimensions that has been used in natural gas service only may be reused, provided that:

- a) memenuhi persyaratan ASTM D 2513 untuk pipa atau tubing termoplastik baru atau ASTM D 2517 untuk pipa thermosetting baru;
- b) pemeriksaan teliti yang dilakukan menunjukkan pipa atau tubing itu bebas dari cacat yang tampak;
- c) pipa atau tubing itu dipasang dan dites sesuai dengan persyaratan standar ini untuk pipa baru.

- a) it meets the requirements of ASTM D 2513 for new thermoplastic pipe or tubing, or ASTM D 2517 for new thermosetting pipe;
- b) a careful inspection indicates that it is free of visible defects;
- c) it is installed and tested in accordance with the requirements of this Code for new pipe.



**Bab II Pengelasan****Chapter II Welding****820 Pengelasan****820 Welding****821 Umum****821 General****821.1 Lingkup****821.1 Scope**

Bab ini menyangkut pengelasan sambungan pipa yang terbuat dari baja cor dan baja *wrought* serta mencakup sambungan las but dan *fillet* pada pipa, katup, flensa, dan fitting dan sambungan lasan *fillet* pada cabang pipa, flensa *slip-on*, fitting lasan soket, dan lain-lainnya, yang diaplikasikan pada pipa penyalur dan koneksi-koneksi ke apparatus atau peralatan. Bila katup atau peralatan mempunyai ujung-ujung yang cocok untuk dilaskan langsung ke pipa penyalur, maka pendesainan, komposisi, pengelasan dan prosedur pelepasan tegangan harus sedemikian rupa sehingga tidak akan menimbulkan kerusakan yang berarti akibat operasi pengelasan atau pelepasan tegangan. Bab ini tidak diberlakukan untuk pengelasan kampuh dalam pembuatan pipa.

This Chapter addresses the welding of pipe joints in both wrought and cast steel materials and covers butt and fillet welded joints in pipe, valves, flanges, and fittings and fillet weld joints in pipe branches, slip-on flanges, socket weld fittings, etc., as applied in pipelines and connections to apparatus or equipment. When valves or equipment are furnished with welding ends suitable for welding directly into a pipeline, the design, composition, welding, and stress relief procedures must be such that no significant damage will result from the welding or stress relieving operation. This Chapter does not apply to the welding of the seam in the manufacture of pipe.

**821.2** Pengelasan dapat dilakukan dengan berbagai proses atau kombinasi proses-proses yang menghasilkan lasan yang memenuhi persyaratan kualifikasi prosedur Standar ini. Lasan boleh diproduksi dengan las posisi, atau las putar atau kombinasi keduanya.

**821.2** The welding may be done by any process or combination of processes which produce welds that meet the procedure qualification requirements of this Code. The welds may be produced by position welding or roll welding, or a combination of position and roll welding.

**821.3** Sebelum dilakukan pengelasan pipa, komponen perpipaan, atau peralatan yang berhubungan yang dicakup Standar ini, suatu prosedur las harus dibuat dan dikualifikasi. Setiap juru las atau operator las harus dikualifikasi untuk prosedur yang telah ditetapkan sebelum melaksanakan pengelasan pipa, komponen perpipaan, atau peralatan yang berhubungan yang dipasang berdasarkan Standar ini.

**821.3** Prior to welding of any pipe, piping components, or related equipment covered by this Code, a welding procedure shall be established and qualified. Each welder or welding operator shall be qualified for the established procedure before performing any welding on any pipe, piping components, or related equipment installed in accordance with this Code.

**821.4** Standar kelulusan untuk lasan sistem perpipaan yang beroperasi pada tegangan melingkar 20% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih seperti yang ditetapkan dalam API 1104 harus digunakan.

**821.4** The standards of acceptability for welds of piping systems to operate at hoop stress level of 20% or more of specified minimum yield strength as established in API 1104 shall be used.

**821.5** Semua pengelasan yang dilaksanakan menurut Standar ini harus mengikuti standar yang diacu dalam butir 823. 11 atau

**821.5** All welding done under this Code shall be performed under a standard referenced in para. 823.11 or 823.21,



butir 823.21, pilih yang berlaku.

**821.6** Sebelum pengelasan dilakukan di dalam atau sekitar bangunan atau area yang terdapat fasilitas gas, pengecekan yang seksama harus dilakukan untuk memastikan kemungkinan adanya campuran gas yang mudah terbakar. Pengelasan dapat dimulai jika kondisi telah dinyatakan aman.

### 821.7 Istilah pengelasan

Definisi pengelasan yang digunakan dalam standar ini sesuai dengan definisi standar yang ditetapkan oleh American Welding Society ANSI/AWS A.3.0.

## 822 Persiapan untuk pengelasan

### 822.1 Las but

- Beberapa persiapan ujung pengelasan yang dapat diterima ditunjukkan dalam Lampiran I, Gbr. I4.
- Lampiran I, Gambar I5 menunjukkan persiapan ujung yang dapat diterima untuk lasan-but pada bagian yang mempunyai tebal berbeda atau kuat luluh berbeda, atau pun keduanya berbeda.

### 822.2 Las filet

Dimensi minimum untuk las *filet* yang digunakan dalam pemaatan *flensa slip-on*, dan untuk sambungan las soket, ditunjukkan dalam Lampiran I, Gbr. I6. Dimensi minimum yang serupa untuk las filet yang digunakan dalam koneksi cabang ditunjukkan dalam Lampiran I, Gbr. I1 dan I2.

### 822.3 Las Sekat

Pengelasan kedap harus dikerjakan oleh juru las berkualifikasi. Las sekat pada sambungan berulir diizinkan, tetapi harus tidak dianggap sebagai penambah kekuatan pada sambungan.

## 823 Kualifikasi prosedur dan juru las

**823.1** Persyaratan untuk kualifikasi prosedur dan juru las pada sistem perpipaan yang beroperasi pada tegangan melingkar lebih kecil daripada 20% kuat luluh minimum spesifikasi.

whichever is applicable.

**821.6** Prior to welding in or around a structure or area containing gas facilities, a thorough check shall be made to determine the possible presence of a combustible gas mixture. Welding shall begin only when safe conditions are indicated.

### 821.7 Welding terms

Definitions pertaining to welding as used in this Code conform to the standard definitions established by the American Welding Society and contained in ANSI/AWS A3.0.

## 822 Preparation for welding

### 822.1 Butt welds

- Some acceptable end preparations are shown in Appendix I, Fig. I4.
- Appendix I, Fig. I5 shows acceptable end preparations for butt welding of pieces having either unequal thickness or unequal yield strength, or both.

### 822.2 Fillet welds

Minimum dimensions for fillet welds used in the attachment of slip-on flanges, and for socket welded joints, are shown in Appendix I, Fig. I6. Similar minimum dimensions for fillet welds used in branch connections are shown in Appendix I, Figs. I1 and I2.

### 822.3 Seal welds

Seal welding shall be done by qualified welders. Seal welding of threaded joints is permitted, but the seal welds shall not be considered as contributing to the strength of joints.

## 823 Qualification of procedures and welders

**823.1** Requirements for qualification of procedures and welders on piping systems operating at hoop stresses of less than 20% of the specified minimum yield strength



**823.11** Juru las yang bekerja terbatas pada perpipaan yang beroperasi pada tingkat tegangan melingkar lebih kecil dari 20% kuat luluh minimum spesifikasi harus dikualifikasi menurut salah satu referensi yang diberikan dalam butir 823.21 atau sesuai Lampiran G.

**823.2** Persyaratan kualifikasi prosedur dan juru las pada sistem perpipaan yang beroperasi pada tegangan melingkar 20% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih.

**823.21** Prosedur las dan juru las yang melaksanakan pekerjaan menurut klasifikasi ini harus dikualifikasi sesuai dengan Kualifikasi Pengelasan BPV Code, Section IX atau Pengelasan Aliran Pipa dan Fasilitas Terkait API 1104.

**823.22** Jika juru las dikualifikasi menurut API 1104 dan dipekerjakan pada perpipaan stasiun kompresor, maka tes pengkualifikasiannya harus telah didasarkan pada persyaratan tes mekanikal destruktif API 1104.

**823.23 Variabel untuk kualifikasi terpisah juru las.** Acuan yang diberikan butir 823.21 yang berisi bagian berjudul "Variabel Esensial" berlaku untuk kualifikasi juru las. Variabel ini harus diikuti, kecuali untuk maksud standar ini semua baja karbon yang mempunyai kandungan karbon tidak melebihi 0,32% dengan heat analysis, dan karbon ekuivalen ( $C + \frac{1}{4}Mn$ ) tidak melebihi 0,65 % dengan analisa panas, dianggap termasuk kelompok material P-No. 1. Baja paduan yang menunjukkan karakteristik kemampuan las yang serupa dengan baja karbon ini harus dilas, diberi pemanasan awal dan dilakukan pelepasan tegangan seperti yang ditentukan standar ini untuk baja karbon tersebut.

Mungkin ada perbedaan berarti dalam kekuatan logam dasar yang dicakup dalam material P-No.1 ini, dan meskipun bukannya variabel esensial bagi kualifikasi juru las, mungkin membutuhkan kualifikasi prosedur terpisah sesuai dengan butir 823.21 di atas.

**823.3 Persyaratan kualifikasi-ulang juru las** Tes kualifikasi-ulang juru las harus disyaratkan jika terdapat beberapa alasan spesifik yang meragukan kemampuan juru las atau jika juru las tidak mengelas dengan proses yang telah ditentukan dalam jangka

**823.11** Welders whose work is limited to piping operating at hoop stress levels of less than 20% of the specified minimum yield strength shall be qualified under any of the references given in para. 823.21 or in Accordance with Appendix G.

**823.2** Requirements for qualification of procedures and welders on piping systems to operate at hoop stresses of 20% or more of the specified minimum yield strength

**823.21** Welding procedures and welders performing work under this classification shall be qualified under BPV Code, Section IX, or API 1104.

**823.22** When welders qualified under API 1104 are employed on compressor station piping, their qualification shall have been based on the destructive mechanical test requirements of API 1104.

**823.23 Variables for the separate qualification of welders.** the references given in para. 823.21 contain sections entitled "Essential Variables," applicable to welder qualification. These shall be followed, except that for the purposes of this Code all carbon steels which have a carbon content not exceeding 0.32% by heat analysis, and a carbon equivalent ( $C + \frac{1}{4}Mn$ ) not exceeding 0.65% by heat analysis, are considered to come under material grouping P-No. 1. Alloy steel leaving weldability characteristics demonstrated to be similar to these carbon steels shall be welded, preheated, and stress relieved as prescribed herein for such carbon steel.

There may be significant differences in the base metal strength encompassed by these P-No. 1 materials, and although not an essential variable to welder qualification, may require separate procedure qualification in accordance with para. 823.21 above.

**823.3 Welder requalification requirements** Welder requalification tests shall be required if there is some specific reason to question a welder's ability or if the welder is not engaged in a given process of welding for a period of 6 months or more. All welders



waktu 6 (enam) bulan atau lebih. Semua juru las harus dikualifikasi-ulang paling sedikit satu kali setiap tahun.

shall be requalified at least once each year.

#### **823.4 Rekaman kualifikasi**

Rekod tes-tes yang menentukan kualifikasi prosedur pengelasan harus dimaintain selama prosedur tersebut digunakan. Perusahaan pengelola atau kontraktor harus, selama terlibat dalam pengkonstruksian, memelihara rekod kualifikasi juru las yang memperlihatkan tanggal dan hasil tes.

#### **823.4 Qualification records**

Records of the tests that establish the qualification of a welding procedure shall be maintained as long as that procedure is in use. The operating company or contractor shall, during the construction involved, maintain a record of the welders qualified, showing the dates and results of tests.

### **824 Pemanasan awal**

### **824 Preheating**

**824.1** Baja karbon yang mempunyai kandungan karbon melebihi 0,32% (analisis ladel) atau karbon ekuivalen ( $C + \frac{1}{4}Mn$ ) melebihi 0,65% (analisis ladel) harus dilakukan pemanasan awal sampai suhu yang ditetapkan pada prosedur las. Perlakuan prapanas juga harus diberikan untuk baja dengan kandungan karbon atau karbon ekuivalen yang lebih rendah jika prosedur las menunjukkan bahwa komposisi kimia, suhu ambien dan atau suhu logam, tebal bahan atau geometri ujung lasan memerlukan perlakuan tersebut untuk menghasilkan lasan yang memuaskan.

**824.1** Carbon steels having a carbon content in excess of 0.32% (ladle analysis) or a carbon equivalent ( $C + \frac{1}{4}Mn$ ) in excess of 0.65% (ladle analysis) shall be preheated to the temperature indicated by the welding procedure. Preheating shall also be required for steels having lower carbon content or carbon equivalents when the welding procedure indicates that chemical composition, ambient and/or metal temperature, material thickness, or weld-end geometry require such treatment to produce satisfactory welds.

**824.2** Bila mengelas material yang tidak sejenis yang mempunyai persyaratan pemanasan awal berbeda, maka material yang memerlukan pemanasan awal lebih tinggi yang harus menentukan.

**824.2** When welding dissimilar materials having different preheating requirements, the material requiring the higher preheat shall govern.

**824.3** Pemanasan awal boleh dilakukan dengan sebarang metode, asalkan perlakuan panas tersebut seragam dan suhunya tidak turun di bawah suhu minimum yang ditentukan selama pengelasan berlangsung.

**824.3** Preheating may be accomplished by any suitable method, provided that it is uniform and that the temperature does not fall below the prescribed minimum during the actual welding operations.

**824.4** Suhu pemanasan awal harus dicek dengan menggunakan krayon penunjuk suhu, pirometer termokopel atau metode lain yang cocok untuk meyakinkan bahwa suhu prapanas yang disyaratkan diperoleh sebelum pengelasan dan dipertahankan selama pengelasan berlangsung.

**824.4** The preheating temperature shall be checked by the use of temperature-indicating crayons, thermocouple pyrometers, or other suitable methods to assure that the required preheat temperature is obtained prior to and maintained during the welding operation.

### **825 Pelepasan tegangan**

### **825 Stress relieving**

**825.1** Lasan pada baja karbon dengan kandungan karbon melebihi 0,32% (analisis ladel) atau karbon ekuivalen ( $C + \frac{1}{4}Mn$ ) melebihi 0,65% (analisa ladel) harus

**825.1** Welds in carbon steels having a carbon content in excess of 0.32% (ladle analysis) or a carbon equivalent ( $C + \frac{1}{4}Mn$ ) in excess of 0.65% (ladle analysis) shall be



dilakukan pelepasan tegangan seperti yang ditentukan pada BPV Code, Section VIII. Pelepasan tegangan boleh juga disarankan untuk lasan baja yang mempunyai karbon atau karbon ekuivalen lebih rendah jika terdapat kondisi merugikan yang mendinginkan lasan terlalu cepat.

**825.2** Lasan pada semua baja karbon harus dilakukan pelepasan tegangan jika tebal dinding melebihi 1¼ inci.

**825.3** Jika sambungan berlas menghubungkan bagian-bagian yang tebalnya berbeda, tetapi dari material yang sejenis, tebal yang akan digunakan dalam menerapkan aturan butir 825.1 dan butir 825.2 harus sebagai berikut :

- a) yang tertebal dari dua bagian yang disambung, diukur pada sambungan lasan.
- b) tebal saluran utama atau header dalam hal koneksi cabang, flensa slip-on, atau fitting lasan soket.

**825.4** Jika sambungan-las menghubungkan bagian-bagian yang materialnya tidak sejenis dan salah satu dari material tersebut memerlukan pelepasan tegangan, maka sambungan tersebut harus dilakukan pelepasan tegangan.

**825.5** Semua pengelasan koneksi dan pautan harus dilakukan pelepasan tegangan jika pipa disyaratkan untuk dilakukan pelepasan tegangan oleh aturan butir 825.3, dengan pengecualian sebagai berikut :

- a) lasan filet dan galur dengan ukuran (kaki) tidak melebihi ½ inci yang memautkan koneksi-koneksi tidak melebihi ukuran pipa NPS 2.
- b) lasan filet dan galur dengan ukuran tidak melebihi 3/8 inci yang memautkan anggota penyangga atau pautan non-tekan lainnya.

#### **825.6 Suhu pelepasan tegangan**

- a) Pelepasan tegangan harus dilakukan pada suhu 1100°F atau lebih tinggi untuk baja karbon dan 1200°F atau lebih tinggi untuk baja paduan feritik. Rentang suhu yang tepat harus dinyatakan dalam spesifikasi prosedur.

stress relieved as prescribed in BPV Code, Section VIII. Stress relieving may also be advisable for welds in steel having lower carbon or carbon equivalent when adverse conditions exist which cool the weld too rapidly.

**825.2** Welds in all carbon steels shall be stress relieved when the nominal wall thickness exceeds 1¼ in.

**825.3** When the welded joint connects parts that are of different thicknesses, but of similar materials, the thickness to be used in applying the rules in paras. 825.1 and 825.2 shall be:

- a) the thicker of the two parts being joined, measured at the weld joint;
- b) the thickness of the pipe run or header in case of branch connections, slip-on flanges, or socket weld fittings.

**825.4** If either material in welds between dissimilar materials requires stress relieving, the joint shall require stress relieving.

**825.5** All welding of connections and attachments shall be stress relieved when the pipe is required to be stress relieved by the rules of para. 825.3, with the following exceptions:

- a) fillet and groove welds not over ½ in. size (leg) that attach connections not over NPS 2 pipe size;
- b) fillet and groove welds not over 3/8 in. groove size which attach supporting members or other nonpressure attachments.

#### **825.6 Stress relieving temperature**

- a) Stress relieving shall be performed at a temperature of 1100°F or over for carbon steels and 1200°F or over for ferritic alloy steels. The exact temperature range shall be stated in the procedure specification.



- b) Bila melakukan pelepasan tegangan pada suatu sambungan antara logam-logam tidak sejenis yang mempunyai persyaratan perlepasan tegangan berbeda, maka material yang memerlukan suhu pelepasan tegangan yang lebih tinggi harus menentukan.
- c) Bagian yang dipanaskan suhunya harus dinaikkan secara perlahan-lahan sampai mencapai suhu yang diinginkan dan ditahan pada suhu tersebut untuk periode waktu yang proporsional atas dasar sekurang-kurangnya 1 jam/inci tebal dinding pipa, tetapi harus tidak kurang dari ½ jam, dan kemudian harus dibiarkan mendingin perlahan-lahan dan merata.

#### 825.7 Metode pelepasan tegangan

- a) Memanaskan struktur lengkap sebagai satu unit.
- b) Memanaskan bagian lengkap yang di dalamnya terdapat satu atau beberapa lasan yang akan dilakukan pelepasan tegangan sebelum memautkan ke bagian benda kerja lainnya.
- c) Memanaskan sebagian benda kerja dengan pemanasan secara perlahan-lahan jalur melingkar yang pada pusatnya terdapat lasan sampai suhu yang disyaratkan. Lebar jalur melingkar ini harus sekurang-kurangnya 2 inci lebih besar dari pada lebar tonjolan lasan. Suhu di sekitar keliling pipa hendaknya diusahakan seragam. Suhu harus berkurang ke arah luar dari ujung-ujung jalur ini secara bertahap.
- d) Cabang atau pautan berlas lain yang disyaratkan pelepasan tegangan boleh dilakukan pelepasan tegangan setempat dengan cara memanaskan jalur melingkar sekitar pipa di tempat cabang atau pautan dilaskan dan pemautan berada pada tengah tengah jalur. Lebar jalur harus sekurang-kurangnya 2 inci lebih besar dari pada diameter lasan yang menyambung cabang atau pautan ke *header*. Keseluruhan jalur harus dipanaskan sampai suhu disyaratkan dan dipertahankan selama waktu yang ditentukan.

#### 825.8 Peralatan untuk pelepasan tegangan setempat

- a) Pelepasan tegangan boleh dilakukan dengan induksi listrik, resistansi listrik,

- b) When stress relieving a joint between dissimilar metals leaving different stress relieving requirements, the material requiring the higher stress relieving temperature shall govern.
- c) The parts heated shall be brought slowly to the required temperature and held at that temperature for a period of time proportioned on the basis of at least 1 hr/in. of pipe wall thickness, but in no case less than ½ hr, and shall be allowed to cool slowly and uniformly.

#### 825.7 Methods of stress relieving

- a) Heat the complete structure as a unit.
- b) Heat a complete section containing the weld or welds to be stress relieved before attachment to other sections of work.
- c) Heat a part of the work by slowly heating a circumferential band containing the weld at the center. The width of the band which is heated to the required temperature shall be at least 2 in. greater than the width of the weld reinforcement. Care should be taken to obtain a uniform temperature around the entire circumference of the pipe. The temperature shall diminish gradually outward from the ends of this band.
- d) Branches or other welded attachments for which stress relief is required may be locally stress relieved by heating a circumferential band around the pipe on which the branch or attachment is welded with the attachment at the middle of the band. The width of the band shall be at least 2 in. greater than the diameter of the weld joining the branch or attachment to the header. The entire band shall be brought up to the required temperature and held for the time specified.

#### 825.8 Equipment for local stress relieving

- a) Stress relieving may be accomplished by electric induction, electric resistance,



*burner*, dan tork, atau alat pemanas lain yang cocok, asalkan suhu yang diperoleh seragam dan dipertahankan selama pelepasan tegangan.

- b) Suhu perlepasan tegangan harus dicek dengan menggunakan pirometer termokopel atau peralatan lain yang sesuai untuk meyakinkan bahwa siklus pelepasan tegangan yang benar telah dilaksanakan.

## 826 Inspeksi Lasan

Inspeksi visual dari lasan dapat dilakukan oleh tenaga kerja yang berkualifikasi dan berpengalaman.

**826.1** Inspeksi Lasan pada Sistem Perpipaan yang diperuntukkan beroperasi pada Tingkat Tegangan Melingkar lebih kecil dari 20% dari kuat luluh minimum spesifikasi

Kualitas pengelasan harus dicek secara visual atas dasar pengambilan sampel, dan lasan yang cacat harus direparasi atau dipotong dari saluran.

**826.2** Inspeksi dan tes untuk pengendalian kualitas lasan pada sistem perpipaan yang direncanakan untuk beroperasi pada tingkat tegangan melingkar 20% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih

- a) Kualitas pengelasan harus diperiksa dengan inspeksi visual.
- b) Tambahan, beberapa persen dari lasan harus diperiksa dengan pemeriksaan radiografi, tes ultrasonic, tes magnetic partikel, atau metode uji tak merusak yang dapat diterima. Metode trepanning dilarang.

Jumlah minimum lasan but berikut ini harus diseleksi secara random oleh perusahaan pengelola dari setiap konstruksi per hari untuk keperluan pemeriksaan. Setiap lasan yang diseleksi dengan cara demikian harus diperiksa pada seluruh keliling lingkarannya atau kalau tidak panjang ekuivalen dari lasan harus diperiksa jika perusahaan pengelola memilih untuk memeriksa hanya sebagian dari keliling tiap lasan. Persentase minimum yang sama harus diperiksa

fuel-fired ring burners, fuel-fired torch, or other suitable means of heating, provided that a uniform temperature is obtained and maintained during the stress relieving.

- b) The stress relieving temperature shall be checked by the use of thermocouple pyrometers or other suitable equipment to assure that the proper stress relieving cycle has been accomplished.

## 826 Inspection of Weld

Visual inspection of welds must be conducted by a person qualified by appropriate training and experience.

**826.1** Inspection of Welds on Piping Systems Intended to Operate at Hoop Stress Levels of Less Than 20% of the Specified Minimum Yield Strength

The quality of welding shall be checked visually on a sampling basis and defective welds shall be repaired or removed from the line.

**826.2** Inspection and tests for quality control of welds on piping systems intended to operate at hoop stress levels of 20% or more of the specified minimum yield strength

- a) The quality of each weld shall be examined by visual inspection.
- b) In addition, a certain percentage of the welds shall be examined through radiographic examination, ultrasonic testing, magnetic particle testing, or other comparable and acceptable methods of nondestructive testing. The trepanning method of nondestructive testing is prohibited.
- The following minimum number of field butt welds shall be selected on a random basis by the operating company from each day's construction for examination. Each weld so selected shall be examined over its entire circumference or else the equivalent length of welds shall be examined if the operating company chooses to examine only a part of the circumference of each. The same minimum percentages shall be examined for



untuk ujung ganda pada *railhead* atau *yard*:

- 1) 10% lasan pada lokasi Kelas 1
- 2) 15% lasan pada lokasi Kelas 2
- 3) 40% lasan pada lokasi Kelas 3
- 4) 75% lasan pada lokasi Kelas 4
- 5) 100% lasan dalam stasiun kompresor, dan pada perlintasan sungai yang dapat dilayari, perlintasan jalan raya utama, dan perlintasan jalan kereta api, jika praktis, tetapi tidak boleh kurang dari 90%. Semua lasan *tie-in* yang tidak mengalami proof test tekanan harus diperiksa

c) Semua lasan yang diinspeksi harus memenuhi standar kelulusan API 1 104 ataupun direparasi dan diinspeksi ulang dengan benar. Hasil inspeksi harus digunakan untuk mengontrol kualitas pengelasan.

d) Bila pemeriksaan radiografi dilakukan, prosedur yang memenuhi persyaratan Pengelasan Aliran Pipa dan Fasilitas Terkait API 1104 harus diikuti.

e) Bila ukuran pipa lebih kecil dari NPS 6, atau bila proyek konstruksi memiliki jumlah lasan yang terbatas sehingga inspeksi nondestruktif tidak akan praktis, dan pipa direncanakan beroperasi pada 40% kuat luluh minimum spesifikasi atau kurang, maka ketentuan (a), (b), dan (c) di atas tidak diwajibkan, asalkan pengelasan diinspeksi secara visual dan disetujui oleh inspektur las yang berkualifikasi.

f) Disamping persyaratan inspeksi nondestruktif di atas, kualitas pengelasan harus dikontrol secara kontinyu oleh personil yang berkualifikasi.

**827** Reparasi atau penghilangan lasan yang cacat pada perpipaan yang direncanakan beroperasi pada tingkat tegangan melingkar 20% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih

double ending at railhead or yard:

- 1) 10% of welds in Location Class 1;
- 2) 15% of welds in Location Class 2;
- 3) 40% of welds in Location Class 3;
- 4) 75% of welds in Location Class 4;
- 5) 100% of the welds in compressor stations, and at major or navigable river crossings, major highway crossings, and railroad crossings, if practical, but in no case less than 90%. All tie-in welds not subjected to a pressure proof test shall be examined.

c) All welds which are inspected must either meet the standards of acceptability of API 1 104 or be appropriately repaired and reinspected. The results of the inspection shall be used to control the quality of welds.

d) When radiographic examination is employed, a procedure meeting the requirements of API 1104 shall be followed.

e) When pipe size is less than NPS 6, or when the construction project involves such a limited number of welds that nondestructive inspection would be impractical, and the pipe is intended to operate at hoop stress levels of 40% or less of the specified minimum yield strength, then provisions (b), and (c) above are not mandatory, provided the welds are inspected visually and approved by a qualified welding inspector.

f) In addition to the nondestructive inspection requirements outlined above, the quality of welding shall be continually controlled by qualified personnel.

**827** Repair or removal of defective welds in piping intended to operate at hoop stress levels of 20% or more of the specified minimum yield strength



Lasan yang cacat harus direparasi atau Defective welds shall be repaired or dihilangkan. Jika reparasi dilakukan, removed. If a repair is made, it shall be in pereparasian tersebut harus sesuai dengan accordance with API 1104. Welders Pengelasan Aliran Pipa dan Fasilitas Terkait performing repair shall be qualified in API 1104 . Juru las yang melakukan reparasi accordance with para. 823.2. harus berkualifikasi sesuai dengan butir 823.2.





### Bab III Komponen sistem perpipaan dan detail pabrikan

### Chapter III Piping system components and fabrication details

#### 830 Komponen sistem perpipaan dan detail pabrikan

#### 830 Piping system components and fabrication details

##### 830.1 Umum

- a) Tujuan bab ini adalah memberikan suatu set standar untuk sistem perpipaan yang mencakup :
- 1) spesifikasi, dan penyeleksian, semua barang dan aksesoris yang menjadi bagian sistem perpipaan, selain pipa itu sendiri;
  - 2) metode pembuatan koneksi cabang yang dapat diterima;
  - 3) ketentuan harus dibuat untuk mengatasi efek perubahan suhu;
  - 4) metode yang disetujui untuk penyanggaan dan pejangkaran sistem perpipaan, baik yang diekspos maupun ditanam.
- b) Bab ini tidak mencakup :
- 1) material pipa (lihat Bab I);
  - 2) prosedur las (lihat Bab II);
  - 3) desain pipa (lihat Bab IV);
  - 4) pemasangan dan pengetesan sistem perpipaan (lihat Bab IV);
  - 5) kondisi khusus untuk penerapan lepas pantai (lihat Bab VIII);
  - 6) kondisi khusus untuk penerapan sour gas (lihat Bab IX)

##### 830.1 General

- a) The purpose of this chapter is to provide a set of standards for piping systems covering:
- 1) specifications for, and selection of, all items and accessories entering into the piping system, other than the pipe itself;
  - 2) acceptable methods of making branch connections;
  - 3) provisions to be made to care for the effects of temperature changes;
  - 4) approved methods for support and anchorage of piping systems, both exposed and buried.
- b) This Chapter does not include:
- 1) pipe materials (see Chapter I);
  - 2) welding procedures (see Chapter II);
  - 3) design of pipe (see Chapter IV);
  - 4) installation and testing of piping systems (see Chapter IV);
  - 5) special conditions for offshore application (see Chapter VIII);
  - 6) special conditions for sour gas application (see Chapter IX)

#### 831 Komponen sistem perpipaan

Semua komponen sistem perpipaan termasuk katup, flensa, fitting, *header*, rakitan khusus, dan lain-lain, harus didesain sesuai persyaratan bab ini dan praktek rekayasa yang diakui untuk menahan tekanan operasi serta beban lainnya yang dispesifikasikan.

Komponen terpilih harus didesain untuk dapat menahan tekanan tes-lapangan yang dispesifikasikan dan yang akan dialaminya kemudian tanpa kegagalan atau kebocoran dan tanpa mengganggu keandalannya.

#### 831 Piping system components

All components of piping systems, including valves, flanges, fittings, headers, special assemblies, etc., shall be designed in accordance with the applicable requirements of this section and recognized engineering practices to withstand operating pressures and other specified loadings.

Selected components shall be designed to withstand the specified field test pressure to which they will be subjected without failure or leakage and without impairment of their serviceability.



**831.1 Katup dan piranti penurun tekanan**

**831.11** Katup harus mengikuti standar dan spesifikasi yang diacu dalam standar ini dan penggunaannya harus sesuai dengan rekomendasi servis pamanufaktur.

- a) Katup yang dibuat sesuai dengan standar di bawah ini boleh digunakan :

ANSI B16.33	Small manually operated metallic gas valves in gas distribution systems
ANSI B16.34	Steel valves
ANSI B16.38	Large manually operated metallic gas valves in gas distribution systems
ANSI/ASME B16.40	Manually operated themoplastic gas shut-offs and valves in gas distribution system
API 6A	Wellhead equipment
API 6D Pipeline valves	
MSS SP- 70	Cast Iron gate valves
MSS SP- 71	Cast Iron swing check valves
MSS SP- 78	Cast Iron plug valves

- b) Katup yang mempunyai komponen kerangka (badan, *bonnet*, tutup dan atau flensa ujung) yang terbuat dari besi cor ulet yang memenuhi ASTM A 395 dan ukurannya sesuai dengan ANSI B16.1, ANSI B16.33, ANSI B16.34, ANSI B16.38, ASME B16.40 atau API 6D boleh digunakan pada tekanan tidak melebihi 80% rating tekanan untuk katup baja yang sepadan pada suhu yang tertera untuk katup baja itu, asalkan tekanan tidak melebihi 1000 psi dan tidak dilakukan pengelasan apa pun pada setiap komponen besi duktul sewaktu mempabrikasi kerangka katup atau rakitannya sebagai bagian sistem perpipaan.

- c) Kerangan dengan komponen kerangka terbuat dari besi cor harus tidak digunakan pada komponen perpipaan gas untuk stasiun kompresor.

**831.12** Katup berulir harus diulir sesuai dengan ANSI B1.20. 1, API 5L, or API 6A

**831.13** Piranti penurun tekanan harus memenuhi persyaratan standar ini untuk katup dalam kondisi servis yang sepadan

**831.2 Flensa****831.21 Tipe flensa dan muka flensa**

- a) Dimensi dan ukuran lubang untuk flensa

**831.1 Valves and pressure reducing devices**

**831.11** Valves shall conform to standards and specifications referenced in this Code and shall be used only in accordance with the service recommendations of the manufacturer.

- a) Valves manufactured in accordance with standards listed in this paragraph may be used:

ANSI B16.33	Small manually operated metallic gas valves in gas distribution systems
ANSI B16.34	Steel valves
ANSI B16.38	Large manually operated metallic gas valves in gas distribution systems
ANSI/ASME B16.40	Manually operated themoplastic gas shut-offs and valves in gas distribution system
API 6A	Wellhead equipment
API 6D Pipeline valves	
MSS SP- 70	Cast Iron gate valves
MSS SP- 71	Cast Iron swing check valves
MSS SP- 78	Cast Iron plug valves

- b) Valves having shell (body, bonnet, cover, and/or end flange) components made of cast ductile iron in compliance with ASTM A 395 and having dimensions conforming to ANSI B16.1, ANSI B16.33, ANSI B16.34, ANSI B16.38, ASME B16.40, or API 6D may be used at pressures not exceeding 80% of the pressure ratings for comparable steel valves at their listed temperature, provided the pressure does not exceed 1000 psi and welding is not employed on any ductile iron component in the fabrication of the valve shells or their assembly as part of the piping system.

- c) Valves having shell components made of cast iron shall not be used in gas piping components for compressor stations.

**831.12** Threaded valves shall be threaded according to ANSI B1.20.1, API 5L, or API 6A.

**831.13** Pressure reducing devices shall conform to the requirements of this Code for valves in comparable service conditions.

**831.2 Flanges****831.21 Flange types and facings**

- a) The dimensions and drilling for all line or



ujung harus mengikuti salah satu standar berikut :

ANSI B16 Series listed in appendices A and B (for Iron and steel)  
 MSS SP-44 Steel pipe line flanges  
 Appendix I Light-weight steel flanges  
 ANSI B16.24 Brass or bronze flanges and flanged fluings

Flensa yang dicor atau ditempa terpadu dengan pipa, fitting atau katup diizinkan dalam ukuran dan kelas tekanan yang tercakup pada standar yang terdaftar di atas, asalkan memenuhi persyaratan muka flensa, perbautan, dan gasket pada butir 831.22, dan 831.23.

- b) Flensa berulir yang memenuhi kelompok B16 *American National Standard* diizinkan dengan ukuran dan kelas tekanan yang dicakup standar ini.
- c) Flensa lapped diizinkan dalam ukuran dan kelas tekanan yang ditentukan pada ANSI B16.5.
- d) d) Flensa-las *slip-on* diizinkan dalam ukuran dan kelas tekanan yang ditentukan pada ANSI B16.5. Flensa *slip-on* dengan penampang empat persegi panjang dapat menggantikan flensa hubbed *slip-on*, asalkan dipertebal sebagaimana diperlukan untuk mendapatkan kekuatan ekuivalen seperti yang ditentukan dalam perhitungan yang dibuat berdasarkan BPV Code.
- e) Flensa welding neck diizinkan dalam ukuran dan kelas tekanan yang ditentukan pada ANSI B16.5 dan MSS SP-44. Lobang flensa hendaknya sesuai dengan diameter-dalam pipa yang digunakan. Untuk penanganan ujung pengelasan yang diizinkan lihat lampiran I, Gbr.15.
- f) Flensa besi cor, besi duktul, dan baja harus mempunyai muka kontak yang dikerjakan-akhir sesuai dengan MSS SP-6.
- g) Flensa non-besi harus mempunyai muka kontak yang dikerjakan-akhir sesuai dengan ANSI B16.24.
- h) Flensa besi cor integral *atau threaded companion* kelas 25 dan 125 boleh digunakan dengan gasket *full-face* atau

end flanges shall conform to one of the following standards:

Flanges cast or forged integral with pipe, fittings, or valves will be permitted in sizes and the pressure classes covered by the standards listed above, subject to the facing, bolting, and gasketing requirements of this paragraph and paras. 831.22 and 831.23.

- b) Threaded companion flanges which comply with the B16 group of American National Standards will be permitted in sizes and pressure classes covered by these standards.
- c) Lapped flanges will be permitted in sizes and pressure classes established in ANSI B16.5.
- e) Slip-on welding flanges will be permitted in sizes and pressure classes established in ANSI B16.5. Slip-on flanges of rectangular section may be substituted for hubbed slip-on flanges, provided the thickness is increased as required to produce equivalent strength as determined by calculations made in accordance with Section VIII of the BPV Code.
- e) Welding neck flanges will be permitted in sizes and pressure classes established in ANSI B16.5 and MSS SP-44. The bore of the flange should correspond to the inside diameter of the pipe used. For permissible welding end treatment, see Appendix I, Fig. 15.
- f) Cast iron, ductile iron, and steel flanges shall have contact faces finished in accordance with MSS SP-6.
- g) Nonferrous flanges shall have contact faces finished in accordance with ANSI B16.24.
- h) Class 25 and 125 cast iron integral or threaded companion flanges may be used with a full-face gasket or with a flat ring



dengan gasket *flat ring* yang melebar dan memanjang sampai pinggir sebelah dalam lubang-lubang baut. Jika menggunakan gasket *full-face*, perbautan boleh dari baja paduan (ASTM A 193). Jika menggunakan gasket ring, perbautan harus dari baja karbon yang ekuivalen dengan ASTM A 307 Grade B, tanpa perlakuan panas selain pelepasan tegangan.

- i) Jika membautkan dua flensa besi cor integral atau *threaded companion* kelas 250, dengan *raisedface* 1/16 inci, perbautan harus dari baja karbon ekuivalen dengan ASTM A 307 Grade B, tanpa perlakuan panas selain pelepasan tegangan.
  - j) Flensa baja kelas 150 boleh dibautkan ke flensa besi cor kelas 125. Jika digunakan konstruksi seperti ini, *raisedface* 1/16 in pada flensa harus dihilangkan. Bila membautkan kedua flensa ini menggunakan gasket *flat ring* yang melebar dan memanjang sampai pinggir sebelah dalam lubang-lubang baut, maka perbautan harus dari baja karbon yang ekuivalen dengan ASTM A 307 Grade B, tanpa perlakuan panas selain dari pelepasan tegangan. Jika dalam pembautan kedua flensa ini menggunakan gasket *full-face*, maka perbautannya boleh dari baja paduan (ASTM A 193).
  - k) Flensa baja kelas 300 boleh dibautkan ke flensa besi cor kelas 250. Jika digunakan konstruksi seperti ini, maka perbautan harus dari baja karbon yang ekuivalen dengan ASTM A307 Grade B, tanpa perlakuan panas selain pelepasan tegangan. Untuk mendapatkan pemasangan yang baik hendaknya *raised face* pada flensa baja dihilangkan, tetapi dalam hal ini, perbautan juga harus dari baja karbon yang ekuivalen dengan ASTM A 307 Grade B.
  - l) Flensa *welding-neck* baja-tempa yang mempunyai diameter luar dan ukuran lubang sama seperti ANSI B16.1, tetapi dengan ketebalan flensa, dimensi hub dan detail muka flensa khusus yang dimodifikasi, boleh dibautkan ke flensa besi cor *flat-faced* dan boleh beroperasi pada rating tekanan dan suhu yang
- gasket extending to the inner edge of the bolt holes. When using a full-face gasket, the bolting may be of alloy steel (ASTM A 193). When using a ring gasket, the bolting shall be of carbon steel, equivalent to ASTM A 307 Grade B, without heat treatment other than stress relief.
  - i) When bolting together two Class 250 integral or threaded companion cast iron flanges having 1/16 in. raised faces, the bolting shall be of carbon steel equivalent to ASTM A 307 Grade B, without heat treatment other than stress relief.
  - j) Class 150 steel flanges may be bolted to Class 125 cast iron flanges. When such construction is used, the 1/16 in. raised face on the steel flange shall be removed. When bolting such flanges together using a flat ring gasket extending to the inner edge of the bolt holes, the bolting shall be of carbon steel equivalent to ASTM A 307 Grade B, without heat treatment other than stress relief. When bolting such flanges together using a full-face gasket, the bolting may be alloy steel (ASTM A 193).
  - k) Class 300 steel flanges may be bolted to Class 250 cast iron flanges. Where such construction is used, the bolting shall be of carbon steel, equivalent to ASTM A 307 Grade B, without heat treatment other than stress relief. Good practice indicates that the raised face on the steel flange should be removed, but also in this case, bolting shall be of carbon steel equivalent to ASTM A 307 Grade B.
  - l) Forged steel welding neck flanges having an outside diameter and drilling the same as ANSI B16.1, but with modified flange thicknesses, hub dimensions, and special facing details, may be used to bolt against flat faced cast iron flanges and may operate at the pressure temperature ratings given in ANSI B 16.1 for Class 125



ditentukan dalam ANSI B16.1 untuk flensa pipa besi cor kelas 125 asalkan :

- 1) ketebalan flensa minimum  $T$  tidak kurang dari yang ditentukan dalam Apendiks I untuk flensa *lightweight*;
- 2) flensa menggunakan gasket *full-face* nonmetalik yang melebar dan memanjang sampai periferi flensa;
- 3) rancangan sambungan telah dibuktikan melalui tes sesuai *ratingnya*.

m) Flensa-flensa yang terbuat dari besi duktil harus sesuai dengan persyaratan ANSI B16.42. Persyaratan perbautan untuk sambungan flensa besi duktil harus sama seperti persyaratan untuk flensa baja karbon dan baja paduan rendah yang dispesifikasikan dalam butir 831.22.

#### 831.22 Baut

- a) Untuk semua sambungan flensa, baut atau baut stud yang digunakan harus memanjang seluruhnya melewati mur.
- b) Untuk semua sambungan flensa kecuali yang disebutkan pada butir 831.21(h), (i), (j), dan (k), perbautannya harus dibuat dari baja paduan sesuai dengan ASTM A 193, A 320 atau A 354, atau dibuat dari baja karbon yang diberi perlakuan panas sesuai dengan ASTM A 449, kecuali itu perbautan untuk flensa ANSI B16.5 kelas 150 dan 300 yang digunakan pada suhu antara -20°F dan 450°F boleh dibuat dari ASTM A 307 Grade B.
- c) Material baut baja-paduan yang memenuhi ASTM A 193 atau A 354 harus digunakan untuk flensa isolasi jika perbautan tersebut dibuat undersized 1/8 in.
- d) Material mur harus memenuhi ASTM A 194 dan A 307. Mur A 307 hanya dapat digunakan dengan perbautan A 307.
- e) Semua baut, *studbolt*, dan mur dari baja karbon dan baja paduan harus diulir berdasarkan seri ulir dan kelas dimensi berikut seperti yang disyaratkan oleh ANSI B1. 1.
  - 1) Baja karbon. Semua baut dan *studbolt* baja karbon harus mempunyai ulir kasar, dimensi Kelas 2A, dan untuk

cast iron pipe flanges, provided:

- 1) the minimum flange thickness  $T$  is not less than that specified in Appendix I for lightweight flanges;
- 2) flanges are used with nonmetallic full-face gaskets extending to the periphery of the flange;
- 3) the joint design has been proven by test to be suitable for the ratings.

m) Flanges made of ductile iron shall conform to the requirements of ANSI B16.42. Bolting requirements for ductile iron flange joints shall be the same as those for carbon and low alloy steel flanges as specified in para. 831.22.

#### 831.22 Bolting

- a) For all flange joints, the bolts or studbolts used shall extend completely through the nuts.
- b) For all flange joints other than those described in paras. 831.21 (h), (i), (j), and (k), the bolting shall be made of alloy steel conforming to ASTM A 193, A 320, or A 354, or of heat treated carbon steel conforming to ASTM A 449, except that bolting for ANSI B16.5 Class 150 and 300 flanges at temperatures between -20°F and 450°F may be made of Grade B of ASTM A 307.
- c) Alloy-steel bolting material conforming to ASTM A 193 or A 354 shall be used for insulating flanges if such bolting is made 1/8 in. undersized.
- d) The materials used for nuts shall conform with ASTM A 194 and A 307. A 307 nuts may be used only with A 307 bolting.
- e) All carbon and alloy-steel bolts, studbolts, and their nuts shall be threaded in accordance with the following thread series and dimension classes as required by ANSI B1.1.
  - 1) Carbon Steel. All carbon-steel bolts and studbolts shall have coarse threads, Class 2A dimensions, and



murnya dimensi Kelas 2B.

- 2) Baja paduan. Semua baut dan studbolt baja paduan berdiameter nominal 1 inci dan lebih kecil harus berseri ulir kasar; diameter nominal  $1\frac{1}{8}$  inci dan lebih besar harus berseri ulir-8. Baut dan studbolt harus mempunyai dimensi Kelas 2A; murnya harus mempunyai dimensi Kelas 2B.
- f) Baut harus mempunyai kepala segi empat teratur atau segi-enam *American National Standard* dan harus mempunyai mur segi-enam *American National Standard* yang memenuhi dimensi ANSI B18.21 dan B18.22.
- g) Mur yang dipotong dari bar stock dengan cara demikian rupa sehingga sumbunya sejajar dengan arah pengerolan bar boleh digunakan dalam semua ukuran untuk sambungan-sambungan yang salah satu atau kedua flensanya adalah besi cor dan untuk sambungan-sambungan dengan flensa baja yang tekanannya tidak melebihi 250 psig. Mur ini tidak boleh digunakan untuk sambungan di mana kedua flensanya dari baja dan tekanannya melebihi 250 psig, kecuali itu untuk mur berukuran  $\frac{1}{2}$  inci dan lebih kecil, limitasi ini tidak berlaku.

### 831.23 Gasket

- a) Material gasket harus mampu menahan tekanan maksimum dan dapat mempertahankan sifat-sifat fisika dan kimia pada suhu yang mungkin dialami selama penggunaannya.
- b) Gasket yang mengalami tekanan dan yang digunakan pada suhu di atas 250°F harus terbuat dari bahan tidak dapat terbakar. Gasket metalik tidak boleh digunakan pada flensa standar Kelas 150 atau lebih rendah.
- c) Gasket dengan komposisi asbestos boleh digunakan sebagaimana yang diizinkan dalam ANSI B16.5. Gasket tipe ini boleh digunakan dengan setiap jenis muka berflensa kecuali small male dan female atau small tongue dan groove.
- d) Penggunaan gasket logam atau asbestos terbungkus logam (baik datar atau

their nuts Class 2B dimensions.

- 2) Alloy Steel. All alloy-steel bolts and studbolts of 1 in. and smaller nominal diameter shall be of the coarse-thread series; nominal diameters  $1\frac{1}{8}$  in. and larger shall be of the 8-thread series. Bolts and studbolts shall have a Class 2A dimension; their nuts shall have Class 2B dimension.
- f) Bolts shall have American National Standard regular square heads or heavy hexagonal heads and shall have American National Standard heavy hexagonal nuts conforming to the dimensions of ANSI B18.2.1 and B18.22.
- g) Nuts cut from bar stock in such a manner that the axis will be parallel to the direction of rolling of the bar may be used in all sizes for joints in which one or both flanges are cast iron and for joints with steel flanges where the pressure does not exceed 250 psig. Such nuts shall not be used for joints in which both flanges are steel and the pressure exceeds 250 psig, except that for nut sizes  $\frac{1}{2}$  in. and smaller, these limitations do not apply.

### 831.23 Gaskets

- a) Material for gaskets shall be capable of withstanding the maximum pressure and of maintaining its physical and chemical properties at any temperature to which it might reasonably be subjected in service.
- b) Gaskets used under pressure and at temperatures above 250°F shall be of noncombustible material. Metallic gaskets shall not be used with Class 150 standard or lighter flanges.
- c) Asbestos composition gaskets may be used as permitted in ANSI B16.5. This type of gasket may be used with any of the various flanged facings except small male and female or small tongue and groove.
- d) The use of metal or metal-jacketed asbestos gaskets (either plain or



bergelombang) tidak dibatasi terhadap tekanan, asalkan bahan gasket sesuai untuk suhu operasi. Gasket-gasket tipe ini direkomendasikan untuk digunakan pada muka *small male* dan *female* atau *small tongue* dan *groove*. Gasket ini boleh juga digunakan pada flensa baja dengan muka *lapped*, *large male* dan *female*, *large tongue* dan *groove* atau *raised face*.

- e) Gasket *full-face* harus digunakan pada semua flensa perunggu dan dapat digunakan pada flensa besi cor Kelas 25 atau 125. Gasket flat ring dengan diameter luar melebar dan memanjang sampai ke lubang-lubang baut bagian dalam boleh digunakan pada flensa besi cor, flensa baja *raised face* atau flensa baja *lapped*.
- f) Untuk menjamin kompresi unit yang lebih tinggi pada gasket, gasket metalik yang lebarnya lebih kecil dari pada *full male face* flensa dapat digunakan pada muka *raised face*, *lapped*, atau *large male* dan *female*. Lebar gasket untuk *small male* dan *female* atau untuk sambungan *tongue* dan *groove* harus sama dengan lebar *maleface* atau *tongue*.
- g) Ring untuk sambungan ring harus mempunyai dimensi seperti yang ditetapkan ANSI B16.20. Bahan ring ini harus cocok dengan kondisi penggunaannya dan harus lebih lunak dari flensa.
- h) Bahan penginsulasi harus sesuai untuk suhu, kelembaban, dan kondisi lainnya di tempat bahan itu akan digunakan.

### 831.3 Penyambung pipa selain dari katup dan flensa

#### 831.31 Penyambung pipa standar

- a) Ketebalan logam minimum penyambung pipa berflensa atau berulir harus tidak kurang dari yang dispesifikasikan untuk tekanan dan suhu pada *American National Standard* atau *MSS Standard Practice* yang berlaku.
- b) Penyambung pipa baja las but harus memenuhi ANSI B16.9 atau MSS SP-75 dan harus mempunyai rating tekanan dan suhu yang didasarkan pada tegangan

corrugated) is not limited as to pressure, provided that the gasket material is suitable for the service temperature. These types of gaskets are recommended for use with the small male and female or the small tongue and groove facings. They may also be used with steel flanges with lapped, large male and female, large tongue and groove, or raised face facings.

- e) Full-face gaskets shall be used with all bronze flanges, and may be used with Class 25 or 125 cast iron flanges. Flat ring gaskets with an outside diameter extending to the inside of the bolt holes may be used with cast iron flanges, with raised face steel flanges, or with lapped steel flanges.
- f) To secure higher unit compression on the gasket, metallic gaskets of a width less than the full male face of the flange may be used with raised face, lapped, or large male and female facings. The width of the gasket for small male and female or for tongue and groove joints shall be equal to the width of the male face or tongue.
- g) Rings for ring joints shall be of dimensions established in ANSI B 16.20. The material for these rings shall be suitable for the service conditions encountered and shall be softer than the flanges.
- h) The insulating material shall be suitable for the temperature, moisture, and other conditions where it will be used.

### 831.3 Fittings other than valves and flanges

#### 831.31 Standard fittings

- a) The minimum metal thickness of flanged or threaded fittings shall not be less than specified for the pressures and temperatures in the applicable American National Standards or the MSS Standard Practice.
- b) Steel butt welding fittings shall comply with either ANSI B16.9 or MSS SP-75, and shall have pressure and temperature ratings based on stresses for pipe of the



untuk pipa yang materialnya sama atau ekuivalen. Untuk memastikan kecukupan desain penyambung pipa, kekuatan pecah aktual fitting harus sekurang-kurangnya sama dengan *computed* kekuatan pecah terhitung pipa dari material dan tebal dinding yang ditentukan. Pengetesan hidrostatik di pabrik untuk penyambung pipa las-but baja buatan pabrik tidak disyaratkan, namun semua penyambung pipa termaksud harus mampu menahan tekanan tes lapangan yang besarnya sama dengan tekanan tes yang ditentukan oleh pamanufaktur, tanpa kegagalan atau kebocoran, dan tanpa pengurangan terhadap keandalannya.

- c) Penyambung pipa las soket baja harus memenuhi ANSI B16.11.
- d) Penyambung pipa berflensa dari besi duktil harus memenuhi persyaratan ANSI B16.42 atau ANSI A21.14.
- e) penyambung pipa termoplastik harus memenuhi ASTM D 2513.
- f) penyambung pipa plastik *reinforced thermosetting* harus memenuhi ASIM D 2517.

**831.32 Penyambung pipa khusus.** Jika fitting cor, tempaan, *wrought*, atau lasan diperlukan dengan dimensi yang berbeda dari penyambung pipa bentuk reguler yang dispesifikasikan dalam *American National and MSS Standard* yang berlaku, ketentuan butir 831.36 harus digunakan.

### 831.33 Koneksi cabang

- a) Koneksi cabang berlas pada pipa baja harus memenuhi persyaratan desain butir 831.4 dan 831.5.
- b) Tap berulir pada pipa besi cor untuk koneksi cabang dibolehkan tanpa penguat sampai ukuran tidak lebih dari 25% diameter nominal pipa. Namun demikian, jika lingkungan kondisi servis atau kondisi tanah menimbulkan beban eksternal yang abnormal atau tidak wajar pada pipa besi cor, maka tap berulir tanpa penguat untuk koneksi cabang hanya diperbolehkan pada pipa besi cor NPS 8 dan lebih besar, dengan ketentuan bahwa ukuran tap tidak lebih besar dari 25% diameter nominal pipa.

same or equivalent material. To insure adequacy of fitting design, the actual bursting strength of fittings shall at least equal the computed bursting strength of pipe of the designated material and wall thickness. Mill hydrostatic testing of factory made steel butt welding fittings is not required, but all such fittings shall be capable of withstanding a field test pressure equal to the test pressure established by the manufacturer, without failure or leakage, and without impairment of their serviceability.

- c) Steel socket-welding fittings shall comply with ANSI B16.11.
- d) Ductile iron flanged fittings shall comply with the requirements of ANSI B16.42 or ANSI A21.14.
- e) Thermoplastic fittings shall comply with ASTM D 2513.
- f) Reinforced thermosetting plastic fittings shall comply with ASTM D 2517.

**831.32 Special fittings.** When special cast, forged, wrought, or welded fittings are required to dimensions differing from those of regular shapes specified in the applicable American National and MSS Standards, the provisions of para. 831.36 shall apply.

### 831.33 Branch connections

- a) Welded branch connections on steel pipe must meet the design requirements of paras. 831.4 and 831.5.
- b) Threaded taps in cast iron pipe for branch connections are permitted without reinforcement to a size not more than 25% of the nominal diameter of the pipe. However, where climate service conditions or soil conditions create abnormal or unusual external loadings on cast iron pipe, unreinforced threaded taps for branch connections are permitted only on cast iron pipe NPS 8 and larger in diameter, provided that the tap size is no greater than 25% of the nominal pipe diameter.



- c) Tap berulir yang telah ada pada pipa besi cor dapat digunakan untuk pengganti koneksi cabang apabila pemeriksaan yang teliti menunjukkan tidak ada retakan atau cacat lain di dalam pipa induk di sekitar bukaan.
- d) Tap berulir pada pipa besi duktul dibolehkan tanpa penguat sampai ukuran tidak lebih dari 25% diameter nominal pipa, kecuali itu tap ukuran 1¼ inci diizinkan pada pipa NPS 4 yang mempunyai tebal dinding nominal tidak kurang dari 0,380 in.
- e) penyambung pipa mekanis boleh digunakan untuk hot tap pada pipa penyalur dan pipa induk asalkan penyambung pipa tersebut didesain untuk tekanan operasi pipa penyalur dan pipa induk, dan cocok untuk tujuan penggunaannya.
- c) Existing threaded taps in cast iron pipe may be used for replacement branch connections when careful inspection shows there are no cracks or other deterioration in the main immediately surrounding the opening.
- d) Threaded taps in ductile iron pipe are permitted without reinforcement to a size not more than 25% of the nominal diameter of the pipe, except that 1¼ in. taps are permitted in NPS 4 pipe having a nominal wall thickness of not less than 0.380 in.
- f) Mechanical fittings may be used for making hot taps on pipelines and mains provided they are designed for the operating pressure of the pipeline or main, and are suitable for the purpose.

**831.34 Bukaan untuk peralatan kontrol gas pada pipa besi cor.** tap berulir yang digunakan untuk peralatan kontrol gas pada pipa besi cor (misalnya bagging off suatu seksi dari pipa induk) dibolehkan tanpa penguat, sampai ukuran tidak lebih dari pada 25% diameter nominal pipa, kecuali itu tap berukuran 1¼ inci diijinkan pada pipa NPS 4. Tap yang lebih besar daripada yang diizinkan di atas harus dibungkus dengan selongsong penguat.

**831.34 Openings for gas control equipment in cast iron pipe.** Threaded taps used for gas control equipment in cast iron pipe (i.e., bagging off a section of main) are permitted without reinforcement, to a size not more than 25% of the nominal diameter of the pipe, except that 1¼ in. taps are permitted in NPS 4 pipe. Larger taps than those permitted above shall be covered by a reinforcing sleeve.

**831.35 Komponen khusus yang dipabrikasi dengan pengelasan**

**831.35 Special components fabricated by welding**

- a) Paragraf ini mencakup komponen sistem perpipaan selain daripada rakitan yang terdiri dari pipa dan penyambung pipa standar yang disambung dengan lasan melingkar.
- b) Semua pengelasan harus dilaksanakan dengan menggunakan prosedur dan operator las yang dikualifikasi berdasarkan persyaratan butir 823.
- c) Koneksi cabang harus memenuhi persyaratan desain butir 831.4, butir 831.5, dan butir 831.6.
- d) Unit yang diprapabrikasi, selain fitting las but yang dimanufaktur secara reguler, yang menggunakan pelat dan seam longitudinal dan yang berbeda dengan pipa yang telah diproduksi dan dites
- a) This section covers piping system components other than assemblies consisting of pipe and fittings joined by circumferential welds.
- b) All welding shall be performed using procedures and operators that are qualified in accordance with the requirements of para. 823.
- c) Branch connections shall meet the design requirements of paras. 831.4, 831.5, and 831.6.
- d) Prefabricated units, other than regularly manufactured butt welding fittings, which employ plate and longitudinal seams as contrasted with pipe that has been produced and tested under one of the specifications listed in this Code, shall be



menurut salah satu spesifikasi yang terdaftar dalam Standar ini harus didesain, dikonstruksi, dan dites menurut persyaratan BPV Code. Persyaratan BPV Code tidak diberlakukan untuk rakitan parsial, seperti split ring atau *collar* atau rincian lain yang dilas di lapangan.

- e) Setiap unit yang diprapabrikan yang diproduksi menurut Standar ini harus mampu menahan tes tekanan tanpa kegagalan, kebocoran, atau distorsi selain dari distorsi elastik pada suatu tekanan yang besarnya sama dengan tekanan tes sistem di mana peralatan tersebut dipasang, baik sebelum pemasangan atau selama pengetesan sistem. Jika unit termaksud akan dipasang pada sistem yang telah ada, unit tersebut bila memungkinkan harus dites tekanan sebelum pemasangan; jika tidak, unit tersebut harus dapat menahan tes kebocoran pada tekanan operasi saluran.

**831.36 Rancangan tekanan komponen penahan tekanan lainnya.** Komponen penahan tekanan yang tidak tercakup dalam standar yang terdaftar pada Apendiks A dan di mana rumus atau prosedur perancangan tidak diberikan dalam standar ini boleh digunakan bila perancangan komponen-komponen, yang dibentuk, sesuai, dan dibuat ukurannya dengan cara serupa telah terbukti kinerjanya memuaskan dalam kondisi servis yang sepadan. (Interpolasi boleh dilakukan antara komponen yang dibentuk, dan diuji dengan cara serupa dengan perbedaan kecil dalam ukuran atau proporsinya). Bila pengalaman terhadap servis yang demikian tidak ada, maka desain tekanan harus didasarkan pada suatu analisa yang konsisten dengan filosofi desain

designed, constructed, and tested under requirements of the BPV Code. BPV Code requirements are not intended to apply to such partial assemblies as split rings or collars or to other field welded details.

- e) Every prefabricated unit produced under this section of the Code shall successfully withstand a pressure test without failure, leakage, distress, or distortion other than elastic distortion at a pressure equal to the test pressure of the system in which it is installed, either before installation or during the system test. When such units are to be installed in existing systems, they shall be pressure tested before installation, if feasible; otherwise, they shall withstand a leak test at the operating pressure of the line.

**831.36 Pressure design of other pressure containing components.** Pressure containing components which are not covered by the standards listed in Appendix A and for which design equations or procedures are not given herein may be used where the design of similarly shaped, proportioned, and sized components has been proven satisfactory by successful performance under comparable service conditions. (Interpolation may be made between similarly shaped proved components with small differences in size or proportion.) In the absence of such service experience, the pressure design shall be based on an analysis consistent with the general design philosophy embodied in this Code, and substantiated by at least one of the following:



- a) proof test seperti dijelaskan pada UG-101 of Section VIII, Division 1, of the BPV Code
- b) analisa tegangan yang bersifat eksperimen seperti dijelaskan pada Appendix 6 ASME VIII, Division 2.
- c) perhitungan rekayasa.

### 831.37 Penutup

**831.371 Penutup Buka-an Cepat.** Penutup bukaan cepat adalah komponen penahan tekanan (Lihat butir 831.36) yang sering digunakan sebagai lubang laluan ke dalam sistem perpipaan. Standar ini tidak memberikan persyaratan metode desain tertentu pada desainer atau pamanufaktur dari penutup bukaan cepat. Penutup bukaan cepat harus mempunyai rating tekanan dan suhu yang sama dengan atau lebih besar dari persyaratan desain sistem perpipaan di tempat komponen tersebut terpasang. Penutup bukaan cepat harus diperlengkapi dengan piranti pengunci pengaman yang mematuhi UG-35(b) ASME VIII, Division 1. Persiapan ujung lasan harus mengikuti Apendiks I, Gambar I4

**831.372 Penyambung pipa penutup.** Fiting penutup yang biasanya disebut sebagai weldcap harus didesain dan dimanufaktur sesuai dengan ANSI B16.9 atau MSS SP-75 [lihat butir 831.31(b)].

**831.373 Kepala penutup.** Kepala penutup seperti kepala datar, elipsoidis (selain butir 831.372), sferis, atau kerucut diperbolehkan penggunaannya berdasarkan Standar ini. Barang tersebut boleh didesain berdasarkan Standar ASME Section VIII, Division 1. Untuk Kepala penutup yang tidak didesain berdasarkan ASME Section VIII, Division 1, tegangan-boleh maksimum untuk material yang digunakan pada kepala penutup ini harus ditentukan berdasarkan ketentuan butir 841 dan tidak harus melebihi batas *tegangan melingkar* dari 60% SMYS.

Jika menggunakan lasan dalam pabrikasi kepala ini, lasan harus diinspeksi berdasarkan ketentuan. Penutup harus mempunyai rating tekanan dan suhu yang sama atau lebih besar dari persyaratan desain sistem perpipaan di tempat kepala tersebut terpasang.

- a) proof tests as are described in UG-101 of Section VIII, Division 1, of the BPV Code;
- b) experimental stress analysis as described in Appendix 6 of Section VIII, Division 2, of the BPV Code;
- c) engineering calculations.

### 831.37 Closures

**831.371 Quick Opening Closures.** A quick opening closure is a pressure containing component (see para. 831.36) used for repeated access to the interior of a piping system. It is not the intent of this Code to impose the requirements of a specific design method on the designer or manufacturer of a quick opening closure. Quick opening closures shall have pressure and temperature ratings equal to or in excess of the design requirements of the piping system to which they are attached. Quick opening closures shall be equipped with safety locking devices in compliance with Section VIII, Division 1, UG-35(b) of the BPV Code. Weld end preparation shall be in accordance with Appendix I, Fig. I4.

**831.372 Closure fittings.** Closure fittings commonly referred to as "weld caps" shall be designed and manufactured in accordance with ANSI B16.9 or MSS SP-75 [see para. 831.31(b)].

**831.373 Closure heads.** Closure heads such as flat, ellipsoidal (other than in para. 831.372), spherical, or conical heads are allowed for use under this Code. Such items may be designed in accordance with Section VIII, Division 1, of the BPV Code. For closure heads not designed to Section VIII, Division I, of the BPV Code, the maximum allowable stresses for materials used in these closure heads shall be established under the provisions of para. 841 and shall not exceed a hoop stress level of 60% SMYS.

If welds are used in the fabrication of these heads, they shall be inspected in accordance with the provision of Section VIII, Division 1 of the BPV Code.

Closure heads shall have pressure and temperature ratings equal to or in excess of the design requirement of the piping system to which they are attached.



**831.374 Penutup yang dipabrikasi.**

Orange-peel bull plug dan orange-peel swages tidak boleh digunakan pada sistem yang beroperasi pada tingkat tegangan melingkar 20% kuat luluh minimum spesifikasi pipa atau lebih. Fish tail dan penutup datar diizinkan untuk pipa NPS 3 dan lebih kecil yang beroperasi pada tekanan kurang dari 100 psi. Fish tail tidak boleh digunakan pada pipa lebih besar dari NPS 3. Penutup datar yang lebih besar dari NPS 3 harus didesain sesuai dengan Section VIII, Division 1, of the BPV Code (lihat butir 831.373).

**831.375 Koneksi flensa buta berbaut.**

Koneksi flensa buta berbaut harus sesuai dengan butir 831.2.

**831.4 Penguat koneksi cabang berlas.**

**831.41 Persyaratan umum.** Semua koneksi cabang berlas harus memenuhi persyaratan berikut

a) Bila koneksi cabang dibuat pada pipa dalam bentuk koneksi tunggal atau dibuat pada *header* atau *manifold* sebagai suatu seri koneksi, desainnya harus cukup untuk mengendalikan level tegangan pada pipa dalam batasbatas yang aman. Pengkonstruksian harus memperhatikan tegangan dalam dinding pipa atau header akibat bukaan dalam pipa atau header, tegangan geser yang ditimbulkan oleh tekanan yang beraksi pada area bukaan cabang, dan setiap beban eksternal akibat gerakan termal, berat, getaran, dan sebagainya. Paragraf berikut memberikan aturan desain untuk kombinasi yang biasa dari beban-beban di atas, kecuali untuk beban eksternal yang berlebihan.

b) Penguat yang diperlukan pada bagian selangkar koneksi cabang berlas harus ditentukan dengan aturan bahwa area logam yang tersedia untuk penguat harus sama atau lebih besar dari luas yang diperlukan seperti yang ditentukan dalam paragraf ini dan juga pada Apendiks F, Gbr. F5.

c) Luas penampang-lintang yang diperlukan

**831.374 Fabricated closures.** Orange-peel bull plugs and orange-peel swages are prohibited on systems operating at hoop stress levels of 20% or more of the specified minimum yield strength of the pipe material. Fish tails and flat closures are permitted on pipe NPS 3 and smaller operating at less than 100 psi. Fish tails on pipe larger than NPS 3 are prohibited. Flat closures on pipe larger than NPS 3 shall be designed according to Section VIII, Division 1, of the BPV Code (see para. 831.373).

**831.375 Bolted blind flange connections.**

Bolted blind flange connections shall conform to para. 831.2.

**831.4 Reinforcement of welded branch connections**

**831.41 General requirements.** All welded branch connections shall meet the following requirements.

a) When branch connections are made to pipe in the form of a single connection or in a header or manifold as a series of connections, the design must be adequate to control the stress levels in the pipe within safe limits. The construction shall take cognizance of the stresses in the remaining pipe wall due to the opening in the pipe or header, the shear stresses produced by the pressure acting on the area of the branch opening, and any external loadings due to thermal movement, weight, vibration, etc. The following paragraphs provide design rules for the usual combinations of the above loads, except for excessive external loads.

b) The reinforcement required in the crotch section of a welded branch connection shall be determined by the rule that the metal area available for reinforcement shall be equal to or greater than the required area as defined in this paragraph as well as in Appendix F, Fig. F5.

c) The required cross-sectional area  $A_R$  is



$A_R$  ditentukan sebagai hasil  $d$  kali  $t$  :

$$A_R = dt$$

dimana:

$d$  = panjang dari bukaan-jadi pada dinding header yang diukur sejajar terhadap sumbu pipa run atau diameter dalam dari koneksi cabang.

$t$  = tebal dinding *header* nominal yang disyaratkan oleh butir 841.11 untuk tekanan dan suhu desain.

Jika tebal dinding pipa mencakup kelonggaran/penambahan untuk korosi atau erosi, semua dimensi yang digunakan harus dimensi yang akan dihasilkan setelah korosi atau erosi yang diantisipasi terjadi.

d) Luas yang tersedia untuk pemerkuat harus merupakan penjumlahan dari:

1) luas penampang-lintang yang dihasilkan dari setiap kelebihan tebal yang tersedia pada *header* di atas tebal minimum yang diperlukan untuk *header* seperti didefinisikan pada butir 831.41(c), dan yang terletak di dalam area penguat seperti yang ditentukan pada butir 831.41(e).

2) luas penampang-lintang yang dihasilkan dari setiap kelebihan tebal yang tersedia pada tebal dinding cabang di atas tebal minimum yang diperlukan untuk cabang dan yang terletak di dalam area penguat seperti ditentukan pada butir 831.41(e).

3) luas penampang-lintang logam pemerkuat tambahan yang terletak di dalam area penguat, seperti yang ditentukan pada butir 831.41(e), termasuk logam lasan padat yang dipautkan secara konvensional pada *header* dan/atau cabang.

e) Area penguat ditunjukkan pada Apendiks F, Gbr. F5, dan didefinisikan sebagai suatu area empat persegi panjang, yang panjangnya harus memanjang sejauh pada masing-masing sisi garis pusat-lintang bukaan jadi dan yang lebarnya harus melebar sejauh  $2\frac{1}{2}$  kali tebal dinding *header* pada setiap sisi dari permukaan luar dinding *header*, dan kecuali itu tidak boleh melebar  $2\frac{1}{2}$  kali tebal dinding cabang dari permukaan luar *header* atau penguat, bila ada.

defined as the product of  $d$  times  $t$  :

$$A_R = dt$$

where

$d$  = the greater of the length of the finished opening in the header wall measured parallel to the axis of the run or the inside diameter of the branch connection

$t$  = the nominal header wall thickness required by para. 841.11 for the design pressure and temperature

When the pipe wall thickness includes an allowance for corrosion or erosion, all dimensions used shall be those that will result after the anticipated corrosion or erosion has taken place.

d) The area available for reinforcement shall be the sum of:

1) the cross-sectional area resulting from any excess thickness available in the header thickness [over the minimum required for the header as defined in para. 831.41(c), and which lies within the reinforcement area as defined in para. 831.41(e);

2) the cross-sectional area resulting from any excess thickness available in the branch wall thickness over the minimum thickness required for the branch  $d$  which lies within the reinforcement area as defined para. 831.41(e);

3) the cross-sectional area of all added reinforcing metal which lies within the reinforcement area, as defined in para. 831.41(e), including that of solid weld metal that is conventionally attached to the header and/or branch.

e) The area of reinforcement is shown in Appendix F, Fig. F5, and is defined as a rectangle whose length shall extend distance  $d$  on each side of the transverse center line the finished opening and whose width shall extend distance of  $2\frac{1}{2}$  times the header wall thickness on each side of the surface of the header wall, except that no case shall it extend more than  $2\frac{1}{2}$  times the thickness of the branch wall from the outside surface of the header or of the reinforcement, if any.



- f) Material penguat tambahan harus mempunyai tegangan kerja yang diperbolehkan sekurangnya sama dengan dinding header, kecuali itu material yang mempunyai tegangan-boleh lebih rendah boleh digunakan jika luas penguat dinaikan dalam rasio langsung tegangan yang diperbolehkan untuk material header dan penguat.
- g) Material yang digunakan untuk penguat cincin atau sadel spesifikasinya boleh berbeda dari spesifikasi pipa, asalkan luas penampang-lintang dibuat dalam proporsi langsung terhadap kekuatan relatif material pipa dan penguat pada suhu operasi, dan asalkan penguat mempunyai kualitas pengelasan sepadan dengan pipa. Material yang mempunyai kekuatan lebih tinggi daripada bagian yang akan diperkuat harus tidak diperhitungkan sebagai kekuatan tambahan.
- h) Bila cincin atau sadel digunakan yang menutupi lasan antara cabang dan header, maka lubang *vent* harus disediakan pada cincin atau sadel untuk menampakkan kebocoran pada lasan antara cabang dan *header* serta menyediakan *venting* selama operasi pengelasan dan perlakuan panas. Lubang *vent* harus disumbat selama servis untuk mencegah korosi yang terjadi pada celah antara pipa dan bagian penguat, tetapi hendaknya tidak menggunakan material penyumbat yang akan mampu menahan terjadinya tekanan di dalam celah.
- i) Penggunaan *rib* atau *gusset* harus tidak dianggap sebagai pengkontribusi penguatan pada koneksi cabang. Namun penggunaan *rib* atau *gusset* tidak dilarang untuk maksud selain dari penguatan, seperti untuk membuat jadi kaku.
- f) The material of any added reinforcement shall have an allowable working stress at least equal to that of the header wall, except that material of lower allowable stress may be used if the area is increased in direct ratio of the allowable stresses for header and reinforcement material, respectively.
- g) The material used for ring or saddle reinforcement may be of specifications differing from those of the pipe, provided the cross-sectional area is made in direct proportion to the relative strength of the pipe and reinforcement materials at the operating temperatures, and provided it has welding qualities comparable to those of the pipe. No credit shall be taken for the additional strength of material having a higher strength than that of the part to be reinforced.
- h) When rings or saddles are used which cover the weld between branch and header, a vent hole shall be provided in the ring or saddle to reveal leakage in the weld between branch and header and to provide venting during welding and heat treating operations. Vent holes should be plugged during service to prevent crevice corrosion between pipe and reinforcing member, but no plugging material that would be capable of sustaining pressure within the crevice should be used.
- i) The use of ribs or gussets shall not be considered as contributing to reinforcement of the branch connection. This does not prohibit the use of ribs or gussets for purposes other than reinforcement, such as stiffening.



- j) Cabang harus dipautkan dengan lasan untuk tebal-penuh dinding cabang atau *header* plus lasan fillet W, seperti ditunjukkan pada Apendiks I, Gbr. I1 dan I2. Untuk meminimumkan konsentrasi tegangan pojok sebaiknya menggunakan lasan fillet cekung. Penguat bentuk cincin atau sadel harus dipautkan seperti ditunjukkan pada Gbr. I2. Bila tidak digunakan lasan fillet penuh, direkomendasikan agar pinggir penguat dikurangi atau diserong sekitar 45° untuk menyatukannya dengan pinggir fillet.
- k) Cincin dan sadel penguat harus dipasang dengan pas pada bagian di mana penguat tersebut dipautkan. Apendiks I, Gambar I2 dan I3 menunjukkan beberapa bentuk penguat yang dapat diterima.
- l) Koneksi cabang yang dipautkan ke pipa utama dengan sudut lebih kecil dari 85 derajat makin lemah jika sudutnya makin berkurang. Setiap desain yang demikian harus diberikan studi tersendiri dan harus disediakan penguat yang cukup untuk mengkompensasi kelemahan konstruksi semacam ini. Penggunaan *rib* melingkar untuk menyangga permukaan *flat* atau *reentering* diizinkan, dan boleh dimasukkan dalam perhitungan kekuatan. Desainer diingatkan bahwa konsentrasi tegangan di dekat ujung *rib* parsial, *strap*, atau *gusset* dapat mengurangi nilai penguat.
- j) The branch shall be attached by a weld for the full thickness of the branch or header wall plus a fillet weld W, as shown in Appendix I, Figs. I1 and I2. The use of concave fillet welds is preferred to further minimize corner stress concentration. Ring or saddle reinforcement shall be attached as shown by Fig. I2. When a full fillet is not used, it is recommended that the edge of the reinforcement be relieved or chamfered at approximately 45 deg. to merge with the edge of the fillet.
- k) Reinforcement rings and saddles shall be accurately fitted to the parts to which they are attached. Appendix I, Figures I2 and I3 illustrate some acceptable forms of reinforcement.
- l) Branch connections attached at an angle less than 85 deg. to the run become progressively weaker as the angle becomes less. Any such design must be given individual study and sufficient reinforcement must be provided to compensate for the inherent weakness of such construction. The use of encircling ribs to support the flat or reentering surfaces is permissible, and may be included in the strength calculations. The designer is cautioned that stress concentrations near the ends of partial ribs, straps, or gussets may defeat their reinforcing value.

**831.42 Persyaratan khusus.** Di samping persyaratan butir 831.41, koneksi cabang harus memenuhi persyaratan khusus paragraf berikut seperti yang dinyatakan Tabel 831.42.

- a) Tee baja tempa berkontur halus dari desain yang telah teruji lebih diutamakan. Jika Tee tidak dapat digunakan, maka bagian penguat harus diperluas mengelilingi header. Pad, sadel parsial, atau tipe penguat setempat lain tidak boleh digunakan.
- b) Tee berkontur halus dari desain yang telah teruji lebih diutamakan. Jika Tee tidak digunakan, bagian penguat hendaknya tipe melingkar penuh, tetapi boleh tipe pad, tipe sadel, atau tipe fitting *welding outlet*.
- c) Bagian penguat boleh jenis melingkar

**831.42 Special requirements.** In addition to the requirements of para. 831.41, branch connections must meet the special requirements of the following paragraphs as given in Table 831.42.

- a) Smoothly contoured wrought steel tees of proven design are preferred. When tees cannot be used, the reinforcing member shall extend around the circumference of the header. Pads, partial saddles, or other types of localized reinforcement are prohibited.
- b) Smoothly contoured tees of proven design are preferred. When tees are not used, the reinforcing member should be of the complete encirclement type, but may be of the pad type, saddle type, or a welding outlet fitting type.
- c) The reinforcement member may be of the



penuh, tipe pad, tipe sadel. atau jenis fitting *welding outlet*. Pinggiran member penguat hendaknya ditirus sampai tebal header. Direkomendasikan agar kaki lasan fillet yang menyambung member pemerkuat dan *header* tidak melebihi tebal *header*.

complete encirclement type, pad type, saddle type, or welding outlet fitting type. The edges of reinforcement members should be tapered to the header thickness. It is recommended that legs of fillet welds joining the reinforcing member and header do not exceed the thickness of the header.

**Table 831.42 Reinforcement of welded branch connections, special requirements**

Ratio of design hoop stress to minimum specified yield strength in the header	Ratio of nominal branch diameter to nominal header diameter		
	25% or less	more than 25% Through 50%	More Than 50%
20% or less	(g)	(g)	(h)
more than 20% through 50%	(d) (i)	(i)	(h) (i)
more than 50%	(c) (d) (e)	(b) (e)	(a) (e) (f)

CATATAN UMUM Huruf-huruf pada tabel ini berhubungan dengan su-paragraf 831.42

- |   |  |
|---|--|
| <p>d) Penghitungan penguat tidak diperlukan untuk bukaan berdiameter 2 inci dan lebih kecil; namun demikian, hendaknya diusahakan untuk menyediakan perlindungan yang memadai terhadap getaran dan gaya eksternal lain yang sering kali dialami oleh bukaan kecil ini.</p> <p>e) Semua lasan yang menyambung <i>header</i>, cabang, dan <i>member</i> penguat harus ekuivalen dengan lasan yang ditunjukkan pada Apendiks I, Gbr.I1 dan I2.</p> <p>f) Pinggiran bagian dalam bukaan jadi harus, bilamana memungkinkan, dipingul dengan radius 1/8 in. Jika bagian yang melingkar lebih tebal daripada <i>header</i> dan dilaskan ke <i>header</i>, maka ujung-ujungnya harus ditirus sampai tebal <i>header</i> dan dibuat lasan fillet kontinu.</p> <p>g) Penguat pada bukaan tidak diwajibkan; namun demikian, penguat dapat disyaratkan untuk kasus khusus yang menyangkut tekanan melebihi 100 psi, pipa dinding tipis, atau beban eksternal yang berat.</p> <p>h) Jika penguat disyaratkan, dan diameter</p> | <p>d) Reinforcement calculations are not required for openings 2 in. and smaller in diameter; however, care should be taken to provide suitable protection against vibrations and other external forces to which these small openings are frequently subjected.</p> <p>e) All welds joining the header, branch, and reinforcing member shall be equivalent to those shown in Appendix I, Figs. I1 and I2.</p> <p>f) The inside edges of the finished opening shall, whenever possible, be rounded to a 1/8 in. radius. If the encircling member is thicker than the header and is welded to the header, the ends shall be tapered down to the header thickness and continuous fillet welds made.</p> <p>g) Reinforcement of openings is not mandatory; however, reinforcement may be required for special cases involving pressures over 100 psi, thin wall pipe, or severe external loads.</p> <p>h) If a reinforcement member is required,</p> |
|---|--|



cabang sedemikian rupa sehingga bagian penguat tipe setempat akan melebihi setengah keliling lingkaran *header*, maka harus digunakan bagian penguat tipe melingkar penuh, tanpa mempertimbangkan tegangan melingkar desain, atau boleh menggunakan *Tee* baja *wrought* berkontur halus yang desainnya telah teruji.

- i) Penguat boleh tipe apapun yang memenuhi persyaratan butir 831.41.

### 831.5 Penguat bukaan multipel

**831.51** Bila dua cabang atau lebih berdekatan dengan jarak kurang dari dua kali diameter rata-ratanya (sedemikian rupa sehingga area efektif penguatnya bertindih), maka kelompok bukaan harus diperkuat sesuai dengan butir 831.4. Logam penguat harus ditambahkan sebagai suatu penguat yang digabungkan, yang kekuatannya sama dengan kekuatan penguat yang digabungkan yang diperlukan untuk bukaan terpisah. Porsi manapun dari penampang-lintang harus tidak diberlakukan untuk lebih dari satu bukaan, atau dievaluasi lebih dari satu kali dalam suatu luas yang digabungkan.

**831.52** Bila lebih dari dua bukaan berdekatan akan diperlengkapi dengan suatu penguat yang digabungkan, jarak minimum antara pusat mana saja dari dua bukaan ini harus sekurang-kurangnya  $1\frac{1}{2}$  kali diameter rata-ratanya, dan luas penguat antara bukaan-bukaan itu harus sekurang-kurangnya sama dengan 50% dari total yang diperlukan untuk dua bukaan ini pada penampang yang diperhitungkan.

**831.53** Bila jarak antara pusat-pusat dua bukaan berdekatan kurang dari  $1\frac{1}{3}$  kali diameter rata-ratanya, sebagaimana yang dipertimbangkan pada butir 831.52, maka logam apa pun di antara dua bukaan tersebut tidak boleh diperhitungkan sebagai penguat.

**831.54** Bukaan berjarak rapat, berapapun jumlah dan bagaimanapun susunannya, boleh diperkuat seolah-olah sebagai kelompok yang dianggap sebagai suatu bukaan yang diameternya melingkari atau

and the branch diameter is such that a localized type of reinforcement member would extend around more than half the circumference of the header, then a complete encirclement type of reinforcement member shall be used, regardless of the design hoop stress, or a smoothly contoured wrought steel tee of proven design may be used.

- i) The reinforcement may be of any type meeting the requirements of para. 831.41.

### 831.5 Reinforcement of multiple openings

**831.51** When two or more adjacent branches are spaced at less than two times their average diameter (so that their effective areas of reinforcement overlap), the group of openings shall be reinforced in accordance with para. 831.4. The reinforcing metal shall be added as a combined reinforcement, the strength of which shall equal the combined strengths of the reinforcements that would be required for the separate openings. In no case shall any portion of a cross section be considered to apply to more than one opening or be evaluated more than once in a combined area.

**831.52** When more than two adjacent openings are to be provided with a combined reinforcement, the minimum distance between centers of any two of these openings shall preferably be at least  $1\frac{1}{2}$  times their average diameter, and the area of reinforcement between them shall be at least equal to 50% of the total required for these two openings on the cross section being considered.

**831.53** When the distance between centers of two adjacent openings is less than  $1\frac{1}{3}$  times their average diameter, as considered under para. 831.52, no credit for reinforcement shall be given for any of the metal between these two openings.

**831.54** Any number of closely spaced adjacent openings in any arrangement may be reinforced as if the group were treated as one assumed opening of a diameter enclosing all such openings.



membatasi seluruh bukaan tersebut.

### 831.6 Extruded outlet

- a) Aturan dalam paragraf ini berlaku untuk *extruded outlet* baja yang penguatannya terpadu.

*Extruded outlet* didefinisikan sebagai header yang tinggi bibir extruded-nya dari permukaan *header* sama dengan atau lebih besar dari radius kurvatur bagian luar. (lihat Lampiran F, Gbr. F1 s/d F4 dan nomenklatur).

- b) Aturan ini tidak berlaku untuk nosel atau koneksi cabang apa pun yang material non-integral tambahannya berbentuk cincin, pad, atau sadel.
- c) Aturan ini hanya berlaku bila sumbu outlet berpotongan dan tegak lurus terhadap sumbu pipa utama.
- d) Gambar F1 sampai dengan F4 menentukan dimensi yang bersangkutan dan kondisikondisi pembatasan.
- e) Luas diperlukan. Luas diperlukan ditentukan sebagai

$$A = Kt_r D_o$$

di mana

$$K = \begin{cases} 1.00 & \text{bila } d/D > 0,60 \\ 0,6 + 2/3 d/D & \text{bila } d/D > 0,15 \text{ dan tidak melebihi } 0,60 \\ 0,70 & \text{bila } d/D \leq 0,15 \end{cases}$$

Pendesainan harus memenuhi kriteria bahwa luas penguat yang didefinisikan pada (f) di bawah tidak kurang dari luas yang diperlukan.

- f) Luas penguat. Luas penguat harus merupakan jumlah dari luas  $A_1 + A_2 + A_3$  seperti ditentukan di bawah ini.
- 1) Luas  $A_1$  adalah luas yang berada dalam zona penguat, sebagai hasil kelebihan tebal yang tersedia pada dinding pipa utama, yaitu:

### 831.6 Extruded outlets

- a) The rules in this paragraph apply to steel extruded outlets in which the reinforcement is integral.

An extruded outlet is defined as an outlet in which the extruded lip at the outlet has a height above the surface of the run which is equal to or greater than the radius of curvature of the external contoured portion of the outlet. (See Appendix F, Figs. F1 through F4 and nomenclature.)

- b) These rules do not apply to any nozzles or branch connections in which additional non-integral material is applied in the form of rings, pads, or saddles.
- c) These rules apply only to cases where the axis of the outlet intersects and is perpendicular to the axis of the run.
- d) Figures F1 through F4 define the pertinent dimensions and limiting conditions.
- e) Required Area. The required area is defined as

$$A = Kt_r D_o$$

where

$$K = \begin{cases} 1.00 & \text{when } d/D > 0.60 \\ 0.6 + 2/3 d/D & \text{when } d/D > 0.15 \text{ and not exceeding } 0.60 \\ 0.70 & \text{when } d/D \leq 0.15 \end{cases}$$

The design must meet the criterion that the reinforcement area defined in (f) below is not less than the required area.

- f) *Reinforcement area*. The reinforcement area shall be the sum of areas  $A_1 + A_2 + A_3$  as defined below.
- 1) Area  $A_1$  is the area lying within the reinforcement zone resulting from any excess thickness available in the run wall, i.e.,



$$A_1 = D_o(T_r - t_r)$$

- 2) Luas  $A_2$  adalah luas yang berada dalam zona penguat, sebagai hasil kelebihan tebal yang ada pada dinding pipa cabang, yaitu

$$A_2 = 2L(T_b - t_b)$$

- 3) Luas  $A_3$  adalah luas yang berada dalam zona penguat sebagai hasil kelebihan tebal yang ada pada bibir extruded outlet, yaitu

$$A_3 = 2r_a(T_a - T_b)$$

- g) Penguat Bukan Ganda. Aturan pada butir 831.5 harus diikuti kecuali itu luas diperlukan dan luas penguat harus seperti yang dinyatakan pada butir 831.6.

- h) Di samping hal di atas, pemanufaktur harus bertanggung jawab untuk menetapkan dan menandai bagian di mana terdapat *extruded outlet*, tekanan dan suhu desain, dan menyatakan bahwa *extruded outlet* tersebut telah dibuat dan ditetapkan berdasarkan ketentuan standar ini. Nama pemanufaktur dan merek dagang harus ditandai pada bagian tersebut.

## 832 Ekspansi dan fleksibilitas

### 832.1 Penerapan

Bagian 832 dapat diterapkan pada perpipaan memenuhi definisi perpipaan tak teregang pada 833.1(c).

$$A_1 = D_o(T_r - t_r)$$

- 2) Area  $A_2$  is the area lying within the reinforcement zone resulting from any excess thickness available in the branch pipe wall, i.e.,

$$A_2 = 2L(T_b - t_b)$$

- 3) Area  $A_3$  is the area lying within the reinforcement zone resulting from excess thickness available in the extruded outlet lip, i.e.,

$$A_3 = 2r_o(T_o - T_b)$$

- g) *Reinforcement of Multiple Openings*. The rules in para. 831.5 shall be followed, except that the required area and reinforcement area shall be as given in para. 831.6.

- h) In addition to the above, the manufacturer shall be responsible for establishing and marking on the section containing extruded outlets, the design pressure, temperature, and that such were established under provisions of this Code. The manufacturer's name or trademark shall be marked on the section.

## 832 Expansion and flexibility

### 832.1 Application

Part 832 is applicable to piping meeting the definition of unrestrained piping in 833.1(c).



**Table 832.2 Thermal expansion of piping materials**Carbon and low alloy steel

Temperature, °F	Total expansion, in./100 ft, above 32°F
32	0.0
60	0.2
100	0.5
125	0.7
150	0.9
175	1.1
200	1.3
225	1.5
250	1.7
300	2.2
350	2.6
400	3.0
450	3.5

**832.2 Besaran ekspansi**

Ekspansi termal untuk material yang umum digunakan untuk perpipaan ditentukan Tabel 832.2. Ekspansi yang akan dipertimbangkan adalah perbedaan antara ekspansi untuk suhu operasi maksimum dan suhu ereksi rata-rata yang diperkirakan. Untuk material yang tidak termasuk dalam tabel ini, atau untuk penghitungan yang tepat, harus mengacu ke data sumber yang dapat dipercaya, seperti publikasi lembaga yang berwenang.

**832.3 Persyaratan fleksibilitas**

(a) Sistem perpipaan harus didesain memiliki fleksibilitas yang cukup untuk mencegah ekspansi atau kontraksi termal akibat tegangan berlebihan di dalam material perpipaan, lengkungan yang berlebihan atau beban yang tidak wajar pada sambungan, atau gaya atau momen yang tak diinginkan pada titik koneksi ke peralatan atau pada titik-titik penjangkaran atau pengarah. Kalkulasi formal harus dilakukan bila ada keraguan yang beralasan terhadap cukup tidaknya fleksibilitas sistem. Untuk petunjuk lebih lanjut lihat paragraf 833.7.

(b) Fleksibilitas harus disediakan dengan cara menggunakan *bend loops*, atau *offset*, atau harus dibuat ketentuan untuk mengabsorpsi perubahan termal dengan

**832.2 Amount of expansion**

The thermal expansion of the more common grades of steel used for piping shall be determined from Table 832.2. For materials not included in Table 832.2, or for more precise calculations, reference may be made to authoritative source data.

**832.3 Flexibility requirements**

(a) Piping systems shall be designed to have sufficient flexibility to prevent thermal expansion or contraction from causing excessive stresses in the piping material, excessive bending or unusual loads at joints, or undesirable forces or moments at points of connection to equipment or at anchorage or guide points. Formal calculations shall be performed where reasonable doubt exists as to the adequate flexibility of the system. See para. 833.7 for further guidance.

(b) Flexibility shall be provided by the use of bends, loops, or offsets, or provision shall be made to absorb thermal changes by the use of expansion joints or couplings of



cara menggunakan sambungan ekspansi atau kopling tipe *lip joint* atau sambungan ekspansi tipe *bellows*. Jika sambungan ekspansi digunakan, jangkar atau pengikat yang kekuatan dan kekakuannya cukup harus dipasang untuk menahan gaya akhir akibat tekanan fluida dan penyebab-penyebab lain.

(c) Dalam menghitung fleksibilitas sistem perpipaan, sistem harus diperlakukan sebagai suatu keseluruhan. Pentingnya semua bagian pipa dan *restraints* (pengekang), seperti penyangga atau *guide* yang kokoh, harus dipertimbangkan.

(d) Penghitungan harus mempertimbangkan faktor intensifikasi tegangan yang terdapat pada komponen selain dari pipa lurus datar. Fleksibilitas ekstra komponen tersebut dapat memberikan keuntungan dalam pengkalkulasian. Faktor fleksibilitas dan faktor intensifikasi tegangan yang ditunjukkan pada Tabel E1 dari lampiran E dapat digunakan.

(e) Sifat pipa dan fitting untuk penghitungan ini harus didasarkan pada dimensi nominal, dan faktor sambungan  $E$  (Tabel 841.115A) harus diambil sama dengan 1,00.

(f) Rentang total pada suhu harus dipertimbangkan dalam semua penghitungan ekspansi, baik untuk *perpipaan cold-sprung* ataupun tidak. Disamping ekspansi saluran itu sendiri, gerak linier dan angular peralatan yang dipautkan pada saluran tersebut harus dipertimbangkan.

(g) Penghitungan fleksibilitas harus didasarkan pada modulus elastisitas terhadap temperatur terendah dari siklus operasi.

(h) Untuk memodifikasi efek ekspansi dan kontraksi, *runs of pipe may be cold-sprung*. *Cold-sprung* dapat diperhitungkan dalam perhitungan reaksi, asalkan metoda efektif untuk memperoleh *designed cold spring* ditetapkan dan digunakan.

the lip joint type or expansion joints of the bellows type. If expansion joints are used, anchors or ties of sufficient strength and rigidity shall be installed to provide for end forces due to fluid pressure and other causes.

(c) In calculating the flexibility of a piping system, the system shall be treated as a whole. The significance of all parts of the line and all restraints, such as rigid supports or guides, shall be considered.

(d) Calculations shall take into account stress intensification factors found to exist in components other than plain straight pipe. Credit may be taken for the extra flexibility of such components. The flexibility factors and stress intensification factors shown in Table E1 may be used.

(e) Properties of pipe and fittings for these calculations shall be based on nominal dimensions, and the joint factor  $E$  (Table 841.115A) shall be taken as 1.00.

(f) The total range in temperature shall be considered in all expansion calculations, whether piping is coldsprung or not. In addition to the expansion of the line itself, the linear and angular movements of the equipment to which it is attached shall be considered.

(g) Flexibility calculations shall be based on the modulus of elasticity corresponding to the lowest temperature of the operational cycle.

(h) In order to modify the effect of expansion and contraction, runs of pipe may be cold-sprung. Cold-sprung may be take into account in the calculations of the reactions, provided an effective method of obtaining the designed cold-spring is specified and used.



### 832.4 Reaksi – Reaksi

(a) Gaya dan momen reaksi digunakan dalam desain *restraints* dan penyangga untuk sistem perpipaan, dan dalam evaluasi efek perpindahan perpipaan yang berhubungan dengan peralatan, harus mempertimbangkan kondisi perpindahan termal dalam skala penuh ditambah berat dan beban eksternal. *Cold-spring* dapat digunakan untuk menjaga reaksi dalam batasan yang dapat diterima.

(b) Reaksi untuk perpindahan termal harus dihitung menggunakan modulus elastisitas terhadap temperatur terendah dari siklus operasi.

(c) Pertimbangan harus diberikan terhadap kapasitas beban dari peralatan berputar dan peralatan bertekanan terpasang dan struktur penyangga.

### 832.5 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas untuk baja karbon dan baja paduan rendah pada temperatur yang bervariasi dalam tabel 832.5. Nilai diantara daftar temperatur dapat diinterpolasi secara linier.

## 833 Desain Tegangan Longitudinal

### 833.1 Restraint

(a) Kondisi restraint adalah salah satu faktor dalam kelakuan struktural dari pipa. Tingkat restraint dapat dipengaruhi berbagai aspek dari konstruksi pipa, desain penyangga, properti tanah dan kondisi permukaan. Bagian 833 dapat diaplikasikan bagi semua pipa baja sesuai dengan ruang lingkup B31.8. Untuk tujuan desain, kode ini mengenal dua kondisi restrain aksial, “restrained” dan “unrestrained”. Panduan dalam memilih kondisi restrain adalah sebagai berikut di bawah ini:

(b) pipa dimana tanah ataupun penyangga menjaga terjadinya pergerakan tekukan di “restrain”. Pipa yang direstrain dapat mencakup:

- (1) Bagian lurus dari pipa tertanam
- (2) Tekukan dan pipa berdekatan yang tertanam dalam tanah yang padat.
- (3) Bagian dari pipa diatas tanah dengan penyangga kokoh

### 832.4 Reactions

(a) Reaction forces and moments to be used in the design of restraints and supports for a piping system, and in evaluating the effects of piping displacement on connected equipment, shall consider the full range of thermal displacement conditions plus weight and external loads. Cold-spring may be useful maintaining reactions within acceptable limits.

(b) the reactions for thermal displacements shall be calculated using the elastic modulus corresponding to the lowest temperature of an operational cycle.

(c) Consideration shall be given to load carrying capacity of attached rotating and pressure-containing equipment and the supporting structures.

### 832.5. Modulus of Elasticity

The modulus of elasticity for carbon and low alloy steel at various temperatures is given in table 832.5. Values between listed temperatures may be linearly interpolated.

## 833 design for longitudinal stress

### 833.1 Restraint

(a) The restraint condition is a factor in the structural behavior of the pipeline. The degree of restraint may be affected by aspects of pipeline construction, support design, soil properties, and terrain. Part 833 is applicable to all steel piping within the scope of B31.8. For purpose of design, this Code recognizes two axial restraint conditions, “restrained” and “unrestrained”. Guidance in categorizing the restraint condition is given below.

(b) Piping in which soil or supports prevent axial displacement of flexure at bends is “restrained”. Restrained piping may include the following :

- (1) straight sections of buried piping
- (2) bends and adjacent piping buried in stiff or consolidate soil
- (3) sections of above-ground piping on rigid supports



(c) Perpipaan yang dapat secara bebas digerakkan secara aksial atau fleksibel pada tekukan adalah tak teregang. Perpipaan yang tak teregang mencakup:

(1) Perpipaan diatas tanah yang dikonfigurasi untuk mengakomodasi pemuaian termal atau pergerakan fleksibel dari angkur.

(2) tekukan dan perpipaan berdekatan tertanam dalam tanah yang lembek atau belum dipadatkan.

(3) Bagian yang tak tertimbun kembali dari pipa penyalur yang secara fleksible dapat berpindah lateral atau mengandung tekukan.

(4) Pipa yang terhubung dengan penutup tenaga tekanan.

### 833.2 Perhitungan Komponen Tegangan Longitudinal

(a) Tegangan longitudinal akibat tekanan internal pada pipa penyalur teregang

$$S_p = 0.3S_H$$

dimana  $S_H$  adalah tegangan melingkar, psi

(b) Tegangan longitudinal akibat tekanan internal pada pipa penyalur tak teregang

$$S_p = 0.5S_H$$

dimana  $S_H$  adalah tegangan melingkar, psi

(c) Tegangan longitudinal akibat ekspansi thermal pada pipa teregang

$$S_T = E\alpha(T_1 - T_2)$$

dimana

$E$  = modulus elastis, psi, pada temperatur ambien

$T_1$  = temperatur pipa pada saat instalasi, tie-in, atau ditanam,  $1/^\circ\text{F}$

$T_2$  = Temperatur operasi pipa tertinggi atau terendah,  $^\circ\text{F}$

$\alpha$  = koefisien ekspansi thermal,  $1/^\circ\text{F}$

Jika sebagian pipa dapat beroperasi lebih tinggi atau lebih rendah dari temperatur instalasi, kondisi kedua diatas untuk  $T_2$  perlu diperiksa

(d) tegangan nominal tekuk pada pipa lurus atau pipa dengan radius tekukan lebih besar

(c) Piping that is freed to displace axially or flex at bends is "unrestrained". Unrestrained piping may include the following:

(1) Above-ground piping that is configured to accommodate thermal expansion or anchor movements through flexibility

(2) Bends and adjacent piping buried in soft or unconsolidated soil

(3) An unbackfilled section of otherwise buried pipeline that is sufficiently flexible to displace laterally or which contains a bend

(4) Pipe subject to an end cap pressure force

### 833.2 Calculation of Longitudinal Stress Component

(a) The longitudinal stress due to internal pressure in restrained pipelines is

$$S_p = 0.3S_H$$

where  $S_H$  is the hoop stress, psi

(b) The longitudinal stress due to internal pressure in unrestrained pipeline is

$$S_p = 0.5S_H$$

where  $S_H$  is the hoop stress, psi

(c) The longitudinal stress due to thermal expansion in restrained pipe is

$$S_T = E\alpha(T_1 - T_2)$$

Where

$E$  = the elastic modulus, psi, at the ambient temperature

$T_1$  = the pipe temperature at the time of installation, tie-in, or burial,  $1/^\circ\text{F}$

$T_2$  = the warmest or coldest pipe operating temperatur,  $^\circ\text{F}$

$\alpha$  = the coefficient of thermal expansion,  $1/^\circ\text{F}$

If a section of pipe can operate either warmer or colder than the installed temperature, both conditions for  $T_2$  may need to be examined

(d) The nominal bending stress in straight pipe or large-radius bends due to weight or



akibat berat atau beban eksternal lainnya.

$$S_B = M/Z$$

dimana

M = momen tekuk terhadap penampang pipa, lb-in.

Z = modulus pipa, in.<sup>3</sup>

(e) tegangan nominal tekuk pada fitting dan komponen akibat berat atau beban eksternal lainnya

$$S_B = M_R/Z$$

dimana  $M_R$  resultan momen melintang pada fitting atau komponen. Resultan momen harus dihitung dengan

$$M_R[(0.75i_i M_i)^2 + (0.75i_o M_o)^2 + M_t^2]^{1/2}, \text{ lb-in.}$$

$M_i$  = momen tekuk bidang datar, lb-in.

$M_t$  = momen torsi, lb-in.

$M_o$  = momen tekuk luar bidang datar, lb-in.

$i_i$  = Faktor tegangan bidang datar dari appendix E

$i_o$  = Faktor tegangan luar bidang datar dari appendix E

Produk  $0.75i \geq 1.0$

(f) Tegangan akibat beban aksial diluar ekspansi termal dan tekanan adalah

$$S_X = R / A$$

Dimana

A = Luas penampang pipa, in.<sup>2</sup>

R = Komponen beban luar aksial lb.

### 833.3 Penjumlahan tegangan longitudinal pada pipa teregang.

(a) Tegangan Longitudinal pada pipa teregang

$$S_L = S_p + S_T + S_X + S_B$$

Catatan:  $S_L$ ,  $S_T$ ,  $S_X$ ,  $S_B$  dapat merupakan nilai negatif

(b) Nilai maksimum yang diijinkan dari  $|S_L|$  adalah  $0.9ST$ , dimana S adalah SMYS, psi, pada butir.841.11(a), dan T merupakan Faktor Temperatur sesuai butir 841.116.

other external load is

$$S_B = M/Z$$

where

M = the bending moment across the pipe cross section, lb-in.

Z = the pipe section modulus, in.<sup>3</sup>

(e) The nominal bending stress in fittings and components due to weight or external loads is

$$S_B = M_R/Z$$

where  $M_R$  is the resultant intensified moment across the fitting or component. The resultant moment shall be calculated as

$$M_R[(0.75i_i M_i)^2 + (0.75i_o M_o)^2 + M_t^2]^{1/2}, \text{ lb-in.}$$

$M_i$  = in-plane bending moment, lb-in.

$M_t$  = torsional moment, lb-in.

$M_o$  = out-of-plane bending moment, lb-in.

$i_i$  = in-plane stress intensification factor from Appendix E

$i_o$  = out-of-plane stress intensification factor from Appendix E

The product  $0.75i \geq 1.0$

(f) The stress due to axial loading other than thermal expansion and pressure is

$$S_X = R / A$$

Where

A = pipe metal cross sectional area, in.<sup>2</sup>

R = external force axial component, lb.

### 833.3 Summation of Longitudinal Stress in Restrained Pipe

(a) The net longitudinal stresses in restrained pipe are

$$S_L = S_p + S_T + S_X + S_B$$

Note that  $S_L$ ,  $S_T$ ,  $S_X$ ,  $S_B$  can have negative values.

(b) The maximum permitted value of  $|S_L|$  is  $0.9ST$ , where S is the specified minimum yield strength, psi, per para.841.11(a), and T is the temperature derating factor per para. 841.116.



(c) Tegangan sisa konstruksi selalu ada, sebagai contoh tekukan pada pipa penyalur bawah tanah dimana terjadi perbedaan penurunan. Tegangan tersebut sering sulit untuk dievaluasi secara akurat, tapi untuk kebanyakan kasus dapat diabaikan. Merupakan tanggung jawab enjiner untuk menentukan apakah tegangan tersebut dapat dievaluasi.

#### 833.4 Kombinasi Tegangan pada Pipa Teregang

(a) Kondisi kombinasi tegangan biaksial pipa penyalur pada kondisi operasi dievaluasi menggunakan perhitungan (1) atau (2) dibawah ini:

$$(1) |SH - SL| \text{ atau } (2) \{S_L^2 - S_L S_H + S_H^2\}^{1/2}$$

Nilai maksimum untuk tegangan kombinasi biaksial yang diijinkan adalah  $kST$ , dimana  $S$  adalah SMYS pipa, psi, butir 841.11(a), dan  $T$  adalah faktor penurunan temperatur, para 841.116, dan  $k$  diperoleh dari butir 833.4 (b) dan (c)

(b) Untuk beban pada durasi yang lama, nilai  $k$  tidak boleh melampaui 0.90

(c) Untuk beban non periodic pada durasi singkat, nilai  $k$  tidak lebih dari 1.0

(d)  $S_L$  pada butir 833.1(a) dihitung dengan mempertimbangkan nilai tarik dan tekan  $S_B$

(e) Tegangan akibat beban tidak boleh terjadi secara simultan tidak perlu dipertimbangkan sebagai tambahan.

(f) Evaluasi tegangan biaksial tersebut diatas hanya diterapkan pada bagian pipa yang lurus.

#### 833.5 Desain untuk Tegangan lebih besar dari Luluh

(a) Batasan pada butir 833.3 dan 833.4 boleh melebihi dengan pertimbangan terhadap keuletan dan kapasitas regangan dari lasan longitudinal dan melingkar, dan material pipa; dan untuk menghindari *buckle* dan swelling, atau kerusakan lapisan.

(b) regangan maksimum yang diijinkan

(c) Residual stress from construction are often present, for example, bending in buried pipelines where spanning or differential settlement occurs. These stresses are often difficult to evaluate accurately, but can be disregarded in most cases. It is the engineer's responsibility to determine whether such stresses should be evaluated.

#### 833.4 Combined Stress for restrained Pipe

(a) The combined biaxial stress state of the pipeline in the operating mode is evaluated using the calculation in either (1) or (2) below:

$$(1) |SH - SL| \text{ or } (2) [SL^2 - SL SH + SH^2]^{1/2}$$

The maximum permitted value for the combined biaxial stress is  $kST$  where  $S$  is the specified minimum yield strength, psi, perpara. 841.11(a), and  $T$  is the temperature derating factor per para. 841.116, and  $k$  is defined in paras. 833.4 (b) and (c).

(b) For loads of long duration the value of  $k$  shall not exceed 0.90.

(c) For occasional non-periodic loads of short duration, the value of  $k$  shall not exceed 1.0.

(d)  $SL$  in para. 833.1(a) is calculated considering both the tensile and compressive values of  $SB$ .

(e) Stresses induced by loads that do not occur simultaneously need not be considered to be additive.

(f) The biaxial stress evaluation described above applies only to straight sections of pipe.

#### 833.5 Design for Stress Greater Than Yield

(a) The limits in paras. 833.3 and 833.4 may be exceeded where due consideration is given to the ductility and strain capacity of seam weld, girth weld, and pipe body materials; and to the avoidance of buckles, swelling, or coating damage.

(b) The maximum permitted strain is limited



dibatasi sampai dengan 2%

### 833.6 Jumlah Tegangan Longitudinal pada Pipa Tak Tegang

(a) Jumlah tegangan longitudinal pada pipa tak tegang

$$S_L = S_p + S_X + S_B, \text{ psi}$$

(b) Maksimum tegangan longitudinal yang diijinkan pada pipa tak tegang adalah  $SL \leq 0.75ST$ , dimana  $S$  adalah SMYS, psi, butir 841.11(a), dan  $T$  adalah faktor penurunan temperatur pada butir 841.116.

### 833.7 Analisa Fleksibilitas pada Perpipaan Tak Tegang

(a) Tidak diperlukan analisa formal fleksibilitas untuk sistem perpipaan tak tegang dimana

(1) Duplikasi atau penggantian tanpa perubahan signifikan sistem operasi dengan hasil rekaman.

(2) Dapat diselesaikan dengan membandingkan sistem analisa sebelumnya.

(3) ukuran seragam, tidak boleh memiliki lebih dari dua titik *fixation*, tidak ada regangan intermediate dan masuk dalam batasan rumus empiris berikut :

$$\frac{DY}{(L - U)^2} \leq K$$

Dimana

$D$  = Nominal diameter luar pipa, in.

$K = 0.03$ , untuk unit satuan US tertulis pada persamaan diatas

$L$  = panjang pipa diantara angkur, ft

$U$  = pemisahan jalur lurus pada angkur, ft

$Y$  = Total pemindahan regangan, in., yang diterima oleh sistem

Catatan : Tidak ada jaminan umum dapat ditawarkan bahwa formula secara empiris ini selalu menghasilkan nilai konservatif. Hal ini tidak terpakai terhadap sistim yang menggunakan kondisi siklik berat. Hal ini sebaiknya digunakan dengan hati-hati pada konfigurasi seperti tekukan  $U$  yang kakinya tidak sama memiliki  $L/U > 2.5$ ;

to 2%.

### 833.6 Summation of Longitudinal Stresses in Unrestrained Pipe

(a) The net longitudinal stress in unrestrained pipe is

$$S_L = S_p + S_X + S_B, \text{ psi}$$

(b) The maximum permitted longitudinal stress in unrestrained pipe is  $SL \leq 0.75ST$ , where  $S$  is the specified minimum yield strength, psi, per para. 841.11(a), and  $T$  is the temperature derating factor per para. 841.116.

### 833.7 Flexibility Analysis for Unrestrained Piping

(a) There is no need for formal flexibility analysis for an unrestrained piping system which

(1) duplicates or replaces without significant change a system operating with a succesful record

(2) can be readily judged adequate by comparison with previously analyzed systems

(3) is of uniform size, has no more than two points of fixation, no intermediate restraints, and falls within the limitations of the following empirical equation

$$\frac{DY}{(L - U)^2} \leq K$$

where

$D$  = nominal outside diameter of pipe, in.

$K = 0.03$ , for U.S. customary units listed in the equation above

$L$  = developed length of piping between anchors, ft

$U$  = straight line separation between anchors, ft

$Y$  = resultant of total displacement strains, in., to be absorbed by the system

NOTE: No general proof can be offered that this empirical equation always yields conservative results. It is not applicable to systems used in severe cyclic conditions. It should be used with caution in configurations such as unequal leg U-bends having  $L/U > 2.5$ ; or nearly-straight "saw-tooth" runs; or where  $i \geq 5$  due to thin-walled



atau mirip "mata gergaji"; atau dimana  $l \geq 5$  dikarenakan desain dinding yang tipis; atau perpindahan tidak searah dengan sambungan jangkar memindahkan sebagian besar dari perpindahan keseluruhan. Tidak ada jaminan bahwa reaksi panas akan rendah meskipun jika sistem perpipaan mendekati batasan pada butir 833.7 (a)(3)

(b) Setiap sistem perpipaan yang tidak memenuhi salah satu dari kriteria pada butir 833.7(a) sebaiknya mengacu kepada analisa tegangan fleksibel dengan menyederhanakan, memperkirakan atau metode komprehensif bilamana dianggap tepat

### 833.8 Tegangan Fleksibel dan Tegangan lain dikarenakan beban periodik atau siklik

(a) Rentang tegangan pada perpipaan yang tidak disangga oleh karena ekspansi panas dan perpindahan atau beban periodic, getaran atau siklik harus dihitung sebagai berikut:

$$S_E = M_E / Z$$

Dimana  $M_E$  adalah resultante intensif dari rentang momen dari satu kondisi tegangan ke kondisi lainnya. Resultante momen intensif ini harus dihitung sebagai berikut :

$$M_E = [(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2 + M_t^2]^{1/2}, \text{ lb-in.}$$

(b) Rentang tegangan siklik  $S_E \leq S_A$ , dimana

$$S_A = f [1.25 (S_c + S_h) - S_L]$$

$$f = 6N^{-0.2} \leq 1.0$$

$N$  = Jumlah siklus ekuivalen selama umur layanan dari sistem perpipaan

$S_c$  =  $0.33 SuT$  pada temperatur minim terpasangan atau operasi

$S_h$  =  $0.33 SuT$  pada maksimum temperatur terpasang atau operasi

$S_L$  = perhitungan tegangan longitudinal berdasarkan butir 833.6(a), psi

$S_u$  = Tegangan tarik puncak terendah yang ditentukan, psi

$T$  = faktor temperatur derating sesuai butir. 841.116

(c) Bila rentang tegangan terhitung bervariasi,  $S_E$  didefinisikan sebagai rentang tegangan terhitung terbesar. Nilai  $N$  pada

design; or where displacements not in the direction connecting anchor points constitute a large part of the total displacement. There is no assurance that terminal reactions will be acceptably low even if a piping system falls within the limitations of para. 833.7(a)(3).

(b) Any piping system that does not meet one of the criteria in para. 833.7(a) should undergo a flexibility stress analysis by a simplified, approximate, or comprehensive method as deemed appropriate.

### 833.8 Flexibility Stresses and Stresses Due to Periodic or Cyclic Loading

(a) The stress range in unrestrained piping due to thermal expansion and periodic, vibrational, or cyclic displacements or loads shall be computed as

$$S_E = M_E / Z$$

where  $M_E$  is the resultant intensified moment range from one stress state to another. The resultant intensified moment shall be calculated as

$$M_E = [(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2 + M_t^2]^{1/2}, \text{ lb-in.}$$

(b) The cyclic stress range  $S_E \leq S_A$ , where

$$S_A = f [1.25 (S_c + S_h) - S_L]$$

$$f = 6N^{-0.2} \leq 1.0$$

$N$  = equivalent number of cycles during the expected service life of the piping system

$S_c$  =  $0.33 SuT$  at the minimum installed or operating temperature

$S_h$  =  $0.33 SuT$  at the maximum installed or operating temperature

$S_L$  = longitudinal stress calculated according to para. 833.6(a), psi

$S_u$  = specified minimum ultimate tensile strength, psi

$T$  = temperature derating factor per para. 841.116

(c) When the computed stress range varies,  $S_E$  is defined as the greatest computed



kasus ini dapat dihitung sebagai berikut

$$N = N_E + \sum [r_i^5 N_i] \text{ for } i = 1, 2, \dots, n$$

dimana

$N_E$  = Jumlah siklus dari rentang tegangan

terhitung maksimum,  $SE$

$N_i$  = jumlah siklus yang berhubungan

dengan rentang tegangan,  $S_i$

$S_i$  = setiap rentang tegangan terhitung yang lebih kecil dari  $SE$ , psi

$$r_i = S_i/SE$$

### 833.9 Tegangan lokal

(a) Tegang lokal yang tinggi biasanya ditimbulkan oleh diskontinuiti struktural dan beban lokal setempat. Meskipun tegangan lokal yang tinggi dapat melebihi kekuatan luluh material, tegangan tersebut dapat sering diabaikan dan karena tegangan tersebut hanya berpengaruh secara lokal, dan dapat ditahan sendiri atau hilang karena deformasi lokal. Contohnya tegangan pada koneksi cabang oleh tekanan atau beban luar, atau tegangan pada diskontinuiti struktural. Standar ini tidak sepenuhnya ditujukan kepada nilai maksimum yang diijinkan untuk tegangan lokal. Hal ini menjadi tanggung jawab engineer untuk menentukan tegangan harus dievaluasi.

(b) Jumlah tegangan sirkumferensial maksimum yang diijinkan dikarenakan tekanan dari dalam dan tegangan tekuk dari dinding melingkar yang disebabkan oleh beban permukaan atau beban lokal lainnya adalah  $0.9ST$ , dimana  $S$  adalah kekuatan luluh minimum yang ditentukan, psi, sesuai butir 841.11(a), dan  $T$  adalah faktor temperatur derating sesuai butir 841.116

(c) Tegangan lokal pada butir 833.9 (a) atau (b) yang diakibatkan oleh beban periodik atau berulang dapat menentukan batasan lebih lanjut dalam pertimbangan fatik.

stress range. The value of  $N$  in such cases can be calculated as

$$N = N_E + \sum [r_i^5 N_i] \text{ for } i = 1, 2, \dots, n$$

where

$N_E$  = number of cycles of maximum computed stress range,  $SE$

$N_i$  = number of cycles associated with stress range,  $S_i$

$S_i$  = any computed stress range smaller than  $SE$ , psi

$$r_i = S_i/SE$$

### 833.9 Local Stresses

(a) High local stresses are usually generated at structural discontinuities and sites of local loadings. Although they may exceed the material yield strength, such stresses may often be disregarded because they are localized in influence, and may be self-limiting or relieved by local deformation. Examples include stresses in branch connections caused by pressure or external loads, or stresses at structural discontinuities. This Code does not fully address the maximum allowable value for local stresses. It is the engineer's responsibility to determine whether such stresses must be evaluated.

(b) The maximum allowable sum of circumferential stress due to internal pressure and circumferential through-wall bending stress caused by surface vehicle loads or other local loads is  $0.9ST$ , where  $S$  is the specified minimum yield strength, psi, per para. 841.11(a), and  $T$  is the temperature derating factor per para.841.116.

(c) Local stresses in para. 833.9 (a) or (b) caused by periodic or repetitive loads may require further limitations in consideration of fatigue.



**833.10 Penyok dan ketidakstabilan lateral**

Untuk mencegah penyok dalam bentuk puntiran dari dinding pipa atau ketidakstabilan lateral, tegangan bersih kompresif maksimum yang diijinkan adalah  $\frac{2}{3}$  dari tegangan penyok kritis yang diperkirakan dengan menggunakan kriteria stabilitas yang sesuai.

**834 Penyanggaan dan penjangkaran untuk perpipaan yang diekspos****834.1 Umum**

Perpipaan dan peralatan harus disangga kokoh dan baik, untuk mencegah atau memperkecil getaran yang berlebihan, dan harus diberi jangkar secukupnya untuk mencegah regangan yang tidak diinginkan pada peralatan yang berhubungan.

**834.2 Ketentuan untuk ekspansi**

Penyangga, *hanger* dan jangkar hendaknya dipasang sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu pemuaian dan penyusutan bebas perpipaan di antara jangkar. Jika perlu *hanger* berpegas, *sway bracing*, dan sebagainya, harus disediakan.

**834.3 Material, desain, dan pemasangan**

Semua *hanger* penyangga dan jangkar permanen harus dipabrikasi dari bahan yang tidak mudah terbakar dalam waktu lama, didesain dan dipasang sesuai dengan praktek rekayasa yang baik yang berkaitan dengan kondisi penggunaan. Semua bagian peralatan penyangga harus didesain dan dipasang sedemikian rupa sehingga tidak terlepas karena gerakan perpipaan yang disangga.

**834.4 Gaya pada sambungan pipa**

- a) Semua sambungan pipa yang diekspos harus dapat menahan gaya total maksimum akibat tekanan internal yaitu tekanan desain (psi) kali luas internal pipa (inci persegi) dan juga gaya tambahan akibat pemuaian atau penyusutan suhu atau akibat berat pipa dan isinya.

**833.10 Buckling and Lateral Instability**

In order to prevent buckling in the form of wrinkling of the pipe wall or lateral instability, the maximum allowable net compressive stress is  $\frac{2}{3}$  of the critical buckling stress estimated using a suitable stability criterion.

**834 Supports and anchorage for exposed piping****834.1 General**

Piping and equipment shall be supported in a substantial and workmanlike manner, so as to prevent or damp out excessive vibration, and shall be anchored sufficiently to prevent undue strains on connected equipment.

**834.2 Provision for expansion**

Supports, hangers, and anchors should be so installed as not to interfere with the free expansion and contraction of the piping between anchors. Suitable spring hangers, sway bracing, etc., shall be provided where necessary.

**834.3 Materials, design, and installation**

All permanent hangers, supports, and anchors shall be fabricated from durable incombustible materials and designed and installed in accordance with good engineering practice for the service conditions involved. All parts of the supporting equipment shall be designed and installed so that they will not be disengaged by movement of the supported piping.

**834.4 Forces on pipe joints**

- a) All exposed pipe joints shall be able to sustain the maximum end force due to the internal pressure, i.e., the design pressure (psi) times the internal area of the pipe (sq in.) as well as any additional forces due to temperature expansion or contraction or to the weight of pipe and contents.



b) Jika kopling tipe kompresi atau tipe selongsong digunakan pada perpipaan yang diekspos, ketentuan harus dibuat untuk menahan gaya longitudinal yang disebutkan pada butir 834.4(a). Jika ketentuan tersebut tidak dibuat dalam pembuatan kopling, maka *bracing* atau *strapping* yang sesuai harus disediakan tetapi desain tersebut tidak boleh mengganggu performan normal kopling atau pemeliharaannya. Pemasangannya harus memenuhi persyaratan butir 834.5.

b) If compression or sleeve-type couplings are used in exposed piping, provision shall be made to sustain the longitudinal forces noted in (a) above. If such provision is not made in the manufacture of the coupling, suitable bracing or strapping shall be provided but such design must not interfere with the normal performance of the coupling nor with its proper maintenance. Attachments must meet the requirements of para. 834.5.

### 834.5 Pautan penyangga atau angker

### 834.5 Attachment of supports or anchors

a) Jika pipa didesain untuk beroperasi pada tegangan melingkar lebih kecil dari 50% kuat ulur minimum spesifikasi, penyangga struktur atau jangkar boleh dilas langsung ke pipa. Persyaratan dan kekuatan pengelasan pautan yang demikian harus sesuai dengan praktek struktural standar.

a) If the pipe is designed to operate at a hoop stress of less than 50% of the specified minimum yield strength, structural supports or anchors may be welded directly to the pipe. Proportioning and welding strength requirements of such attachments shall conform to standard structural practice.

b) Jika pipa didesain beroperasi pada tegangan melingkar 50% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih, maka penyangga pipa harus disediakan dengan bagian yang melingkari penuh pipa tersebut. Jika diperlukan untuk memberikan pautan positif, seperti pada jangkar, pipa boleh dilas hanya ke bagian melingkarnya saja; penyangga harus dipautkan ke bagian melingkar dan tidak ke pipa. Koneksi pipa ke bagian melingkar harus dengan lasan kontinu, dan tidak boleh terputus-putus.

b) If the pipe is designed to operate at a hoop stress of 50% or more of the specified minimum yield strength, support of the pipe shall be furnished by a member which completely encircles it. Where it is necessary to provide positive attachment, as at an anchor, the pipe may be welded to the encircling member only; the support shall be attached to the encircling member and not to the pipe. The connection of the pipe to the encircling member shall be by continuous welds, rather than intermittent ones.

## 835 Penjangkaran untuk perpipaan tertanam

## 835 Anchorage for buried piping

### 835.1 Umum

### 835.1 General

Lengkungan atau *offset* pada pipa tertanam menyebabkan gaya-gaya longitudinal yang harus ditahan oleh jangkar pada lengkungan, oleh *restraint* (pengekang) akibat friksi pada tanah, atau oleh tegangan longitudinal dalam pipa.

Bends or offsets in buried pipe cause longitudinal forces which must be resisted by anchorage at the bend, by restraint due to friction of the soil, or by longitudinal stresses in the pipe.



**835.2 Penjangkaran pada lengkungan**

Jika pipa diberi jangkar pada lengkungan, maka harus diusahakan mendistribusikan beban pada tanah sedemikian rupa sehingga daya dukung tanah tersebut berada di dalam batas yang aman.

**835.3 Pengekangan akibat friksi tanah**

Jika ada keraguan mengenai cukup atau tidaknya friksi pengekangan, maka pengkalkulasian harus dibuat untuk menentukan jenis jangkar yang dipasang.

**835.4 Gaya pada sambungan pipa**

Jika lengkungan tidak dilengkapi dengan penjangkaran (lihat butir 835.2), maka sambungan pipa yang berdekatan dengan titik dorong 'thrust' mula harus didesain untuk menahan gaya tarikan longitudinal. Jika ketentuan yang demikian tidak dibuat dalam pembuatan sambungan, maka bracing atau strapping yang sesuai harus disediakan.

**835.5 Penyangga untuk perpipaian tertanam**

Pada pipa penyalur, terutama untuk yang bertegangan tinggi akibat tekanan internal, diperlukan penyangga pipa yang cukup dan seragam di dalam parit. *Settlement* yang tidak sama dapat menghasilkan tegangan lengkungan yang bertambah pada pipa. Dorongan lateral pada koneksi cabang dapat menaikkan tegangan yang besar di dalam koneksi cabang tersebut, kecuali jika pengurukan dipadatkan sepenuhnya atau membuat cara lain untuk menahan dorongan tersebut. Batu karang tidak boleh diurukkan langsung di atas pipa kecuali jika urukan dan pengganjal yang sesuai ditempatkan dalam parit untuk memberikan penyanggaan pipa yang cukup dan kontinu sepanjang lubang parit.

**835.51** Bila lubang bukaan dibuat pada urukan yang telah dipadatkan untuk menghubungkan cabang-cabang baru pada saluran yang telah ada, maka harus diusahakan menyediakan fondasi yang kuat pada *header* dan cabang untuk mencegah gerakan atau pergeseran vertikal dan lateral.

**835.2 Anchorage at bends**

If the pipe is anchored by bearing at the bend, care shall be taken to distribute the load on the soil so that the bearing pressure is within safe limits for the soil involved.

**835.3 Restraint due to soil friction**

Where there is doubt as to the adequacy of restraint friction, calculations shall be made and indicated anchoring installed.

**835.4 Forces on pipe joints**

If anchorage is not provided at the bend (see para. 835.2), pipe joints which are close to the points of thrust origin shall be designed to sustain the longitudinal pullout force. If such provision is not made in the manufacture of the joints, suitable bracing or strapping shall be provided.

**835.5 Supports for buried piping**

In pipelines, especially those which are highly stressed from internal pressure, uniform and adequate support of the pipe in the trench is essential. Unequal settlements may produce added bending stresses in the pipe. Lateral thrusts at branch connections may greatly increase the stresses in the branch connection itself, unless the fill is thoroughly consolidated or other provisions made to resist the thrust. Rock shield shall not be draped over the pipe unless suitable backfill and padding are placed in the ditch to provide a continuous and adequate support of the pipe in the trench.

**835.51** When openings are made in a consolidated backfill to connect new branches to an existing line, care must be taken to provide firm foundation for both the header and the branch, to prevent both vertical and lateral movements.



**835.6 Interkoneksi saluran bawah-tanah**

Pipa bawah tanah akan mendapat tegangan longitudinal akibat perubahan pada tekanan dan suhu. Untuk saluran yang panjang, friksi tanah akan mencegah perubahan-perubahan dalam panjang sebagai akibat tegangan ini, kecuali untuk beberapa ratus kaki di dekat lengkungan atau ujung. Pada lokasi ini, pergeseran, jika tidak terkekang, dapat menjadi sangat serius. Jika koneksi dibuat pada lokasi yang demikian ke pipa yang relatif kaku atau ke obyek lain yang dipasang tetap adalah penting sekali bahwa interkoneksi ini harus mempunyai fleksibilitas yang cukup untuk menghadapi pergeseran yang mungkin ada, atau saluran tersebut harus dilengkapi dengan jangkar yang cukup kuat untuk menahan gaya guna membatasi pergeseran.

**835.5 Interconnection of under-ground lines**

Underground lines are subjected to longitudinal stresses due to changes in pressure and temperature. For long lines, the friction of the earth will prevent changes in length from these stresses, except for several hundred feet adjacent to bends or ends. At these locations, the movement, if unrestrained, may be of considerable magnitude. If connections are made at such a location to a relatively unyielding line or other fixed object, it is essential that the interconnection shall have ample flexibility to care for possible movement, or that the line shall be provided with an anchor sufficient to develop the forces necessary to limit the movement.





## Bab IV Desain, pemasangan, dan pengujian

### 840 Desain, pemasangan, dan pengujian

#### 840.1 Ketentuan umum

- a) Persyaratan desain standar ini dimaksudkan dapat memenuhi keselamatan publik untuk setiap kondisi pada industri gas. Namun demikian, kondisi tertentu yang dapat menyebabkan tegangan tambahan pada bagian saluran atau kelengkapannya harus diperhitungkan dengan menggunakan praktek rekayasa yang baik.

Contoh dari kondisi tertentu tersebut mencakup rentangan panjang swa-sangga, tanah yang tidak stabil, getaran mekanis atau sonik, berat pautan khusus, tegangan yang disebabkan oleh gempa, tegangan akibat perbedaan suhu dan kondisi tanah dan suhu yang terdapat di daerah kutub.

Perbedaan suhu harus diambil dari perbedaan antara suhu logam terendah dan tertinggi yang diduga akan terjadi selama pengetesan tekanan dan/atau servis pengoperasian berdasarkan data suhu yang direkod waktu lampau dan kemungkinan akibat suhu udara atau suhu tanah yang lebih rendah.

- b) Mutu gas yang akan ditranspor pada sistem pipa penyalur, harus dipertimbangkan ketika mendesain fasilitas. Pengukuran harus dilakukan untuk mengontrol atau meminimalkan pengaruh yang merugikan dari sifat gas atau komposisi gas jika ada hal di bawah ini menjadi perhatian:

- (1) Komposisi gas. Nilai panas diluar kendali atau variasi yang tidak diharapkan dari akan menimbulkan masalah pada *burner tip* atau proses pengguna akhir. Senyawa yang tidak dapat terbakar (seperti nitrogen, senyawa nitrogen, karbon dioksida, dll) akan mengurangi nilai panas dan menaikkan *specific gravity* dari aliran gas. Karbondioksida berkontribusi terhadap korosi internal dalam kondisi kering. Kenaikan *specific gravity* dari aliran gas dapat memprediksi kandungan

## Chapter IV Design, installation, and testing

### 840 Design, installation, and testing

#### 840.1 General provisions

- a) The design requirements of this Code are intended to be adequate for public safety under all conditions encountered in the gas industry. Conditions that may cause additional stress in any part of a line or its appurtenances shall be provided for, using good engineering practice.

Examples of such conditions include long self-supported spans, unstable ground, mechanical or sonic vibration, weight of special attachments, earthquake induced stresses, stresses caused by temperature differences, and the soil and temperature conditions found in the Arctic.

Temperature differences shall be taken as the difference between the lowest and highest expected metal temperature during pressure test and/ or operating services having due regard to past recorded temperature data and the possible effects of lower or higher air and ground temperature.

- b) The quality of the gas to be transported in the pipeline system, shall be considered when designing facilities. Measures shall be taken to control or minimize adverse effects of gas properties or gas composition when any of the following may be concern:

- (1) Gas composition. Uncontrolled or unexpected variations of heating value may result in problems at the end user's burner tip or process. Non-combustible compounds (e.g., nitrogen, nitrogen compounds, carbon dioxide, etc) may reduce the heating value and increase the specific gravity of the gas stream. Carbon dioxide contributes to internal corrosion in the presence of free water. Increased specific gravity of the gas stream may foretell the condensing of



dari hidrokarbon berat pada temperatur yang lebih dingin yang akan berpengaruh negatif pada operasi. Perubahan *specific gravity* akan berpengaruh pada pipa penyalur dan perhitungan kapasitas kompresor. Untuk pengaruh dari hidrokarbon berat pada desain pipa untuk menahan patah ulet, lihat "perhatian" pada butir 841.11.

- (2) Kandungan Hidrogen Sulfida. Hidrogen Sulfida sangat beracun dan berkontribusi terhadap korosi pada kondisi adanya air. Mengacu Bab IX, gas asam, untuk persyaratan spesifik berhubungan dengan Hidrogen Sulfida.

- (3) Kandungan Oksigen. Oksigen berkontribusi terhadap permasalahan korosi dalam keadaan kering pada temperatur tertentu. Campuran tertentu dari Oksigen dan gas di atas batas eksplosif lebih rendah dapat membuat kondisi eksplosif. Mengacu pada paragraf 841.27, 850.6, 863.

- (4) Kandungan uap gas dan bebas cairan. Bebas-air dan hidrokarbon dengan kombinasi tekanan dan temperatur tertentu dapat membentuk hidrat, berbentuk kristal padat yang dapat menyebabkan sebagian atau seluruh pipa penyalur tersumbat, yang memicu terjadinya gangguan pada operasi pipa penyalur.

Berdasarkan faktor karakteristik yang berkontribusi terhadap aliran gas (seperti, nilai panas, *specific gravity*, temperatur, bebas cairan (kering), odorisasi, pengotor, dan bentuk lainnya) harus dipertimbangkan tindakan tepat untuk mengatasi masalah yang dapat merugikan pada sistem pipa penyalur atau pengguna akhir.

- c) Faktor utama yang menyebabkan kerusakan pipa penyalur gas adalah kerusakan saluran akibat kegiatan manusia disepanjang rute saluran. Kerusakan umumnya terjadi selama berlangsungnya pembangunan fasilitas lain yang diikuti dengan penyediaan pelayanan, dan adanya pemukiman penduduk, perusahaan dagang atau industri. Pelayanan ini, misalnya, persuplai air, gas dan listrik, sistem pembuangan limbah, saluran pembuangan dan parit, kabel listrik dan komunikasi yang ditanam, jalan dan

heavy hydrocarbons at cooler temperatures which may negatively affect operations. A change in specific gravity may affect pipeline and compressor capacity calculations. For affect of heavy hydrocarbons on the design of pipe for Ductile Fracture Arrest, see the "caution" at the end of para. 841.11.

- (2) Hydrogen sulfide content. Hydrogen sulfide is highly toxic and contributes to corrosion in the presence of water. Refer to Chapter IX, sour Gas, for specific provisions related to hydrogen sulfide.

- (3) Oxygen content. Oxygen contributes to corrosion problems in the presence of free water at certain temperatures. Certain mixtures of oxygen and gas above the lower explosive limit can create an explosive condition. Refer to paras. 841.27, 850.6, 863.

- (4) Water vapor content and free liquids. Free water and hydrocarbons at certain combinations of pressures and temperatures may produce hydrates, which are crystalline solids that may cause partial or complete pipeline blockages, that may lead to a disruption of pipeline operations.

Based on the characteristics factor contributing of the gas stream (i.e., heating value, specific gravity, temperature, free liquid, odorization, impurities, and other objectionable substance) appropriate precautions shall be considered to address any problems that might adversely affect the pipeline system or the end user.

- c) The most significant factor contributing to the failure of a gas pipeline is damage to the line caused by the activities of people along the route of the line. Damage will generally occur during construction of other facilities associated with providing the services associated with human dwellings, and commercial or industrial enterprises. These services, such as water, gas and electrical supply, sewage systems, drainage lines and ditches, buried power and communication cables, streets and roads, etc., become more prevalent and



sebagainya, menjadi merata dan meluas, dan kemungkinan timbulnya kerusakan pipa penyalur menjadi lebih besar dengan bertambahnya konsentrasi bangunan yang dimaksudkan untuk hunian manusia. Penentuan kelas lokasi memberikan metode untuk menilai derajat pengekposan saluran terhadap kerusakan.

Saluran pipa yang didesain, dikonstruksi, dan dioperasikan sesuai dengan persyaratan kelas lokasi [lihat butir 840.2 (a)] pada dasarnya aman untuk menahan tekanan di sembarang lokasi; namun demikian, tindakan tambahan diperlukan untuk melindungi integritas pipa oleh adanya aktivitas yang dapat mengakibatkan kerusakan. Salah satu tindakan yang disyaratkan dalam standar ini adalah menurunkan tingkat tegangan sehubungan dengan meningkatnya aktivitas penduduk. Aktivitas ini dikuantifikasikan dengan penentuan kelas lokasi dan mengkaitkan desain pipa penyalur dengan faktor desain yang sesuai.

- d) Edisi terdahulu standar ini menggunakan istilah "indeks densitas populasi" untuk menentukan desain, konstruksi, pengetesan dan persyaratan operasi. Edisi tersebut juga menggunakan istilah "kelas lokasi" dalam menentukan tekanan desain, tipe konstruksi dan tekanan operasi maksimum yang diizinkan. Untuk menyederhanakan Standar ini, istilah indeks densitas populasi dihilangkan. Tipe Konstruksi A, B, C dan D juga dihapuskan dan menggantikannya dengan peristilahan yang sama yang digunakan untuk kelas lokasi desain.

Kebutuhan ini berdasarkan atas kelas lokasi dimaksudkan agar tidak ada perubahan berarti dalam desain, pemasangan, pengetesan dan pengoperasian sistem perpipaan karena perubahan dalam peristilahan.

Saluran-pipa yang dikonstruksi sebelum penerbitan edisi ini dan didesain berdasarkan kelas lokasi menurut edisi Standar terdahulu dapat terus menggunakan kelas lokasi yang

extensive, and the possibility of damage to the pipeline becomes greater with larger concentrations of buildings intended for human occupancy. Determining the Location Class provides a method of assessing the degree of exposure of the line to damage.

A pipeline designed, constructed, and operated in accordance with the requirements of Location Class I [see para. 840.2(a)] is basically safe for pressure containment in any location; however, additional measures are necessary to protect the integrity of the line in the presence of activities which might cause damage. One of the measures required by this Code is to lower the stress level in relation to increased public activity. This activity is quantified by determining Location Class and relating the design of the pipeline to the appropriate design factor.

- d) Early editions of this Code used the term "population density index" to determine design, construction, testing, and operation requirements. It also used the term "Location Class" in prescribing design pressure, type of construction and maximum allowable operating pressure. To simplify use of this Code, the term population density index has been eliminated. Construction Types, A, B, C and D were eliminated and replaced it with the same terminology used for design-location class.

The requirements based on Location Class are such that there are no significant changes in the design, installation, testing and operation of piping systems due to changes in terminology.

Pipelines constructed prior to the publication of this Edition and designed in accordance with location classes established in compliance with previous editions of this Code may continue to use



ditetapkan untuk itu, asalkan bila dilihat terjadinya peningkatan dalam jumlah bangunan yang diperuntukkan bagi hunian manusia, penentuan kelas lokasi harus ditetapkan sebagaimana yang terdapat dalam butir 840.2.

## **840.2 Bangunan yang dimaksudkan untuk pemukiman**

### **840.21 Umum**

- a) Untuk menentukan jumlah bangunan yang dimaksudkan untuk hunian manusia bagi pipa penyalur daratan, bentangkan zone-lebar  $\frac{1}{4}$  mil sepanjang rute pipa penyalur dengan pipa penyalur terletak pada garis pusat zone, dan bagi pipa penyalur menjadi section random panjang 1 mil sedemikian rupa sehingga panjang individual akan mencakup jumlah maksimum gedung atau bangunan yang dimaksudkan untuk hunian manusia. Hitung jumlah gedung untuk hunian manusia di dalam setiap zone 1 mil. Untuk maksud ini setiap unit tempat tinggal terpisah yang terletak dalam suatu gedung unit tempat tinggal multipel dihitung sebagai suatu gedung terpisah untuk hunian manusia.

Tidak dimaksudkan di sini bahwa sepanjang 1 mil penuh harus dipasang pipa penyalur dengan tingkat tegangan lebih rendah jika terdapat batas pemisah fisik atau faktor lain yang akan membatasi pengembangan lebih lanjut dari area berpenduduk lebih padat sampai jarak total kurang dari 1 mil. Namun demikian, bila tidak terdapat batas pemisah yang demikian, kelonggaran yang cukup harus dibuat dalam menentukan limit desain tegangan yang lebih rendah, untuk menghadapi kemungkinan perkembangan lebih lanjut dalam area tersebut.

- b) Bila suatu kelompok gedung atau bangunan yang dimaksudkan untuk hunian manusia mengindikasikan bahwa basic mile pipa penyalur seharusnya diidentifikasi sebagai suatu lokasi Kelas 2 atau Kelas 3, maka lokasi Kelas 2 atau Kelas 3 tersebut boleh berakhir 660 kaki dari bangunan terdekat dalam kelompok tersebut.

the location classes so determined, provided that when observed increases in the number of buildings intended for human occupancy occur, the Location Class determination shall be as set out in para. 840.2.

## **840.2 Buildings intended for human occupancy**

### **840.21 General**

- a) To determine the number of buildings intended for human occupancy for an onshore pipeline, lay out a zone  $\frac{1}{4}$  mile wide along the route of the pipeline with the pipeline on the center line of this zone, and divide the pipeline into random sections 1 mile in length such that the individual lengths will include the maximum number of buildings intended for human occupancy. Count the number of buildings intended for human occupancy within each 1 mile zone. For this purpose, each separate dwelling unit in a multiple dwelling unit building is to be counted as a separate building intended for human occupancy.

It is not intended here that a full mile of lower stress level pipeline shall be installed if there are physical barriers or other factors that will limit the further expansion of the more densely populated area to a total distance of less than 1 mile. It is intended, however, that where no such barriers exist, ample allowance shall be made in determining the limits of the lower stress design to provide for probable further development in the area.

- b) When a cluster of buildings intended for human occupancy indicates that a basic mile of pipeline should be identified as a Location Class 2 or Location Class 3, the Location Class 2 or Location Class 3 may be terminated 660 ft from the nearest building in the cluster.



- c) Untuk pipa penyalur yang panjangnya kurang dari 1 mil, harus ditetapkan suatu lokasi tipikal dengan *location class* yang disyaratkan untuk 1 mil pipa penyalur yang melintasi area tersebut .

#### 840.22 Klasifikasi lokasi untuk desain dan konstruksi

- a) Lokasi Kelas 1. Lokasi Kelas 1 adalah section 1 mil yang mempunyai 10 bangunan atau kurang yang digunakan untuk hunian manusia. Lokasi Kelas 1 dimaksudkan untuk merefleksikan area seperti tanah terlantar, gurun, padang rumput, pegunungan, tanah peternakan, tanah pertanian, dan area berpenduduk jarang.

1) Kelas 1 Divisi 1. Suatu kelas lokasi 1 dimana faktor desain pipa lebih besar dari 0.72 tetapi sama dengan atau kurang dari 0.80, dan yang telah dites secara hidrostatik 1.25 kali tekanan operasi maksimum. (lihat Tabel 841.114B untuk pengecualian faktor desain).

2) Kelas 1 Divisi 2. Lokasi kelas 1 dengan faktor desain pipa sama dengan atau kurang dari 0.72 dan yang telah dites sebanyak 1.1 kali tekanan operasi maksimum. (lihat Tabel 841.114B untuk pengecualian faktor desain)

- b) Lokasi Kelas 2. Lokasi Kelas 2 adalah setiap bagian 1 mil yang mempunyai lebih dari 10 tetapi kurang dari 46 bangunan yang digunakan untuk hunian manusia. Lokasi Kelas 2 dimaksudkan untuk merefleksikan area dimana derajat populasinya di pertengahan antara lokasi kelas 1 dan lokasi kelas 3 seperti daerah pinggiran kota, kawasan industri, daerah peternakan atau daerah pedesaan, dan sebagainya.

- c) Lokasi Kelas 3. Lokasi Kelas 3 adalah setiap bagian 1 mil yang mempunyai 46 bangunan atau lebih yang digunakan untuk hunian manusia kecuali jika ditetapkan sebagai lokasi Kelas 4. Lokasi Kelas 3 dimaksudkan untuk merefleksikan perkembangan perumahan pinggir kota, pusat perbelanjaan, daerah pemukiman, kawasan industri dan daerah

- c) For pipelines shorter than 1 mile in length, a Location that is typical of the Location Class that would be required for 1 mile of pipeline traversing the area shall be assigned.

#### 840.22 Location classes for design and construction

- a) *Location Class 1*. A Location Class 1 is any 1 mile section that has 10 or fewer buildings intended for human occupancy. A Location Class 1 is intended to reflect areas such as wasteland, deserts, mountains, grazing land, farmland, and sparsely populated areas.

1) *Class 1 Division 1*. A Location Class 1 where the design factor of the pipe is greater than 0.72 but equal to or less than 0.80, and which has been hydrostatically tested to 1.25 times the maximum operating pressure. (See Table 841.114B for exceptions to design factor.)

2) *Class 1 Division 2*. A Location Class 1 where the design factor of the pipe is equal to or less than 0.72, and which has been tested to 1.1 times the maximum operating pressure. (See Table 841.114B for exceptions to design factor.)

- b) *Location Class 2*. A Location Class 2 is any 1 mile section that has more than 10 but fewer than 46 buildings intended for human occupancy. A Location Class 2 is intended to reflect areas where the degree of population is intermediate between Location Class 1 and Location Class 3 such as fringe areas around cities and towns, industrial areas, ranch or country estates, etc.

- c) *Location Class 3*. A Location Class 3 is any 1 mile section that has 46 or more buildings intended for human occupancy except when a Location Class 4 prevails. A Location Class 3 is intended to reflect areas such as suburban housing developments, shopping centers, residential areas, industrial areas, and other populated areas not meeting Location



berpenduduk lainnya yang tidak memenuhi persyaratan lokasi Kelas 4.

- d) Lokasi Kelas 4. Lokasi Kelas 4 meliputi area di mana terdapat bangunan bertingkat banyak, dan lalu lintasnya ramai atau padat dan di sana terdapat banyak utilitas lain di bawah tanah. Gedung bertingkat banyak adalah gedung di atas tanah yang mempunyai empat lantai atau lebih, termasuk lantai pertama atau lantai dasar. Kedalaman atau jumlah basement tidak dipersoalkan.

#### 840.3 Pertimbangan yang diperlukan untuk konsentrasi penduduk pada lokasi kelas 1 atau 2

- a) Sebagai tambahan untuk kriteria yang tercantum dalam butir 840.2, pertimbangan tambahan harus diberikan terhadap kemungkinan konsekuensi kegagalan di dekat konsentrasi penduduk, seperti yang dijumpai pada rumah ibadah, sekolah, perumahan yang dihuni oleh banyak orang, rumah sakit, atau area rekreasi yang terorganisir dalam Kelas 1 atau 2. Jika fasilitas ini jarang digunakan, persyaratan dari sub butir (b) tidak perlu diterapkan.
- b) Pipa penyalur di dekat tempat pertemuan umum atau konsentrasi penduduk seperti rumah ibadah, sekolah, perumahan yang dihuni banyak orang, rumah sakit, atau area rekreasi yang terorganisir dalam Kelas Lokasi 1 atau 2 harus memenuhi persyaratan Kelas Lokasi 3.

Class 4 requirements.

- d) *Location Class 4.* Location Class 4 includes areas where multistory buildings are prevalent, and where traffic is heavy or dense and where there may be numerous other utilities underground. Multistory means four or more floors above ground including the first or ground floor. The depth of basements or number of basement floors is immaterial.

#### 840.3 Considerations necessary for concentrations of people in location class 1 or 2

- a) In addition to the criteria contained in para. 840.2, additional consideration must be given to the possible consequences of a failure near a concentration of people, such as found in a church, school, multiple dwelling unit, hospital, or recreational area of an organized character in Location Class 1 or 2.
- If the facility is used infrequently, the requirements of sub para. (b) need not be applied.
- b) Pipelines near places of public assembly or concentrations of people such as churches, schools, multiple dwelling unit buildings, hospitals, or recreational areas of an organized nature in Location Class 1 or 2 shall meet requirements for Location Class 3.



- c) Konsentrasi penduduk yang berkenaan dengan (a) dan (b) di atas tidak dimaksudkan untuk memasukkan kelompok kurang dari 20 orang pada setiap kejadian atau lokasi tetapi dimaksudkan untuk mencakup orang-orang di luar area dan juga dalam suatu gedung atau bangunan.

#### 840.4 Tujuan

**840.41** Dalam hal ini hendaknya ditekan kan bahwa Kelas Lokasi (1, 2, 3, atau 4) seperti dijelaskan dalam paragraf sebelumnya ditentukan sebagai deskripsi umum dari area geografik yang mempunyai karakteristik tertentu sebagai basis untuk menentukan tipe konstruksi dan metode pengetesan yang akan digunakan dalam lokasi tersebut. Suatu lokasi kelas yang telah ditentukan nomornya, misalnya Kelas Lokasi 1, hanya mengacu geografis dari lokasi itu atau area yang sejenis, dan tidak perlu menunjukkan bahwa tipe konstruksi yang telah ditentukan tersebut akan mencukupi semua konstruksi dalam lokasi atau area tersebut (misalnya, dalam lokasi Kelas 1 semua perlintasan udara memerlukan faktor desain 0.6 lihat butir 841.122).

**840.42** Bila mengklasifikasikan lokasi-lokasi untuk penentuan tipe konstruksi dan pengetesan pipa penyalur, pertimbangan yang seksama harus diberikan pada kemungkinan perkembangan area tersebut di masa yang akan datang. Jika pada waktu perencanaan pipa penyalur baru, perkembangan masa depan ini nampaknya cukup memberi alasan untuk merubah kelas lokasi, maka hal ini harus dipertimbangkan dalam pendesainan dan pengetesan pipa penyalur yang diusulkan.

#### 841 Pipa baja

##### 841.1 Persyaratan desain sistem perpipaan baja

##### 841.11 Rumus desain pipa baja

- a) Tekanan desain sistem perpipaan gas yang terbuat dari baja atau tebal dinding nominal untuk tekanan desain yang dinyatakan harus ditentukan dengan rumus berikut (untuk limitasi, lihat butir

- c) Concentrations of people referred to in (a) and (b) above are not intended to include groups of fewer than 20 people per instance or location but are intended to cover people in an outside area as well as in a building.

#### 840.4 Intent

**840.41** It should be emphasized that Location Class (1, 2, 3, or 4) as described in the foregoing paragraphs is defined as the general description of a geographic area having certain characteristics as a basis for prescribing the types of design, construction, and methods of testing to be used in those locations or in areas that are comparable. A numbered Location Class, such as Location Class 1, refers only to the geography of that location or a similar area, and does not necessarily indicate that a design factor of 0.72 will suffice for all construction in that particular location or area (e.g., in Location Class 1, all aerial crossings require a design factor of 0.6 (see para. 841.122).

**840.42** When classifying locations for the purpose of determining the design factor for pipeline construction and testing that should be prescribed, due consideration shall be given to the possibility of future development of the area. If at the time of planning a new pipeline this future development appears likely to be sufficient to change the Class Location, this shall be taken into consideration in the design and testing of the proposed pipeline.

#### 841 Steel pipe

##### 841.1 Steel piping systems design requirements

##### 841.11 Steel pipe design formula

- a) The design pressure for steel gas piping systems or the nominal wall thickness for a given design pressure shall be determined by the following formula (for limitations, see para. 841.11 1):



841.111)

$$P = \frac{2 S_t FET}{D}$$

di mana

D = diameter luar nominal pipa (in)

E = faktor sambungan longitudinal diperoleh dari Tabel 841.115A [lihat juga butir 817.13(d)].

F = faktor desain yang diperoleh dari Tabel 841.114A. Dalam menetapkan nilai-nilai faktor desain F, pertimbangan yang seksama telah diberikan dan kelonggaran telah dibuat untuk berbagai toleransi ketebalannya kurang dari ketentuan spesifikasi pipa yang terdaftar dan disetujui pemakaiannya dalam Standar ini.

P = tekanan desain, psig (lihat juga butir 841.111)

S = kuat-luluh minimum spesifikasi, psi, ditentukan dalam spesifikasi pipa yang dibeli dari pamanufaktur atau ditentukan sesuai dengan butir 817.13 (h). dan 841.112. Kuat luluh spesifikasi minimum untuk pipa baja yang umum digunakan dalam sistem perpipaan, yang spesifikasinya tergabung melalui referensi dalam standar ini, ditabulasikan dalam Apendiks D.

T = Faktor penurunan suhu yang diperoleh dari Tabel 841. 116A.

t = tebal dinding nominal pipa (in)

b) Faktor perancangan untuk saluran-pipa pada lokasi Kelas 1, Divisi 1 didasarkan pada pengalaman operasional pipa penyalur gas pada tingkat pengoperasian yang melebihi dari yang sebelumnya direkomendasikan oleh standar ini.

Perlu diperhatikan bahwa pemakai dapat disyaratkan untuk menukar pipa tersebut atau mengurangi tekanan menjadi maksimum 0.72 SMYS sesuai dengan butir 854.2.

c) Mengontrol dan menahan retakan. Metode kriteria ketahanan retakan atau metode lain harus dispesifikasikan untuk mengontrol propagasi retak bila pipa

$$P = \frac{2 S_t FET}{D}$$

where

D = nominal outside diameter of pipe, (in).

E = longitudinal joint factor obtained from Table 841.115A [see also para. 817.13(d)]

F = design factor obtained from Table 841.114A. In setting the values of the design factor F due consideration has been given and allowance has been made for the various under-thickness tolerances provided for in the pipe specifications listed and approved for usage in this Code.

P = design pressure, psig (see also para. 841.111)

S = specified minimum yield strength, psi, stipulated in the specifications under which the pipe was purchased from the manufacturer or determined in accordance with paras. 817.13(h) and 841.112. The specified minimum yield strengths of some of the more commonly used piping steels, whose specifications are incorporated by reference herein, are tabulated for convenience in Appendix D.

T = temperature derating factor obtained from Table 841.116A

t = nominal wall thickness, in.

b) The design factor for pipelines in Location Class 1, Division 1 is based on gas pipeline operational experience at operation levels in excess of those previously recommended by this Code.

It should be noted that the user may be required to change out such pipe or reduce pressure to 0.72 SMYS maximum in accordance with 854.2.

c) *Fracture control and arrest.* A fracture toughness criterion or other method shall be specified to control fracture propagation when a pipeline is designed



penyalur didesain untuk dioperasikan pada tegangan hoop di atas 40% sampai dengan 80% SMYS dalam pipa berukuran NPS 16 atau lebih besar, atau pada tegangan hoop di atas 72% dalam pipa berukuran lebih kecil dari NPS 16.

Apabila digunakan kriteria ketahanan retakan, pengendalian dapat dilaksanakan dengan memastikan bahwa pipa mempunyai cukup duktilitas dan dengan menspesifikasikan ketahanan cukup atau dengan memasang penahan retakan pada pipa untuk menghentikan propagasi.

- 1) Pengendalian retakan rapuh. Untuk menjamin bahwa pipa mempunyai cukup duktilitas, pengetesan ketahanan retak harus dilaksanakan sesuai dengan prosedur pengetesan dari persyaratan suplemen SR5 atau SR6, API 5L, atau alternatif ekuivalen yang lain. Jika suhu operasi berada di bawah 50 °F, suhu pengetesan yang lebih rendah yang sesuai harus digunakan.

Suhu pengetesan yang lebih rendah yang sesuai untuk maksud *notch toughness* harus diambil pada atau di bawah suhu logam yang diduga paling rendah selama pengetesan tekanan (jika dilakukan dengan udara atau gas) dan selama servis, dengan memperhatikan data suhu yang direkod waktu lampau dan kemungkinan akibat suhu tanah dan udara yang lebih rendah.

Nilai *shear* rata-rata dari tiga spesimen Charpy penampilan retakan dari masing-masing bagian dari pengujian harus tidak kurang dari 60% dan rata-rata untuk setiap order per diameter, ukuran, grade harus tidak kurang dari 80%. Sebagai alternatif, bila pengujian *drop-weight tear test* ditentukan sekurang-kurangnya 80% bagian dari pengujian harus menunjukkan tampilan geser retakan sebanyak 40% atau lebih dari temperatur yang ditentukan.

to operate either at a hoop stress over 40% through 80% of SMYS in sizes NPS 16 or larger, or at a hoop stress over 72% through 80% of SMYS in sizes smaller than NPS 16.

When a fracture toughness criterion is used, control can be achieved by assuring that the pipe has adequate ductility and either specifying adequate toughness or installing crack arrestors on the pipeline to stop propagation.

- 1) *Brittle fracture control*. To assure that pipe has adequate ductility, fracture toughness testing shall be performed in accordance with the testing procedures of the supplementary requirements SR5 or SR6 of API 5L, or other equivalent alternatives. If the operating temperature is below 50°F, an appropriate lower test temperature shall be used.

The appropriate lower test temperature for notch toughness purposes shall be taken to be at or below the lowest expected metal temperature during pressure testing (if with air or gas) and during service, leaving regard to past recorded temperature data and possible effects of lower air and ground temperatures.

The average shear value of the fracture appearance of three Charpy specimens from each heat shall not be less than 60% and the all heat average for each order per diameter, size, grade shall not be less than 80% . Alternatively, when drop-weight tear testing is specified at least 80% of heats shall exhibit a fracture shear appearance of 40% or more at the specified temperature.



2) Duktal, menahan retakan. Untuk menjamin bahwa pipa penyalur mempunyai cukup kekuatan untuk menahan retak duktil, pipa harus dites sesuai dengan prosedur persyaratan suplementer SR5 atau API 5L. Rata-rata all-heat dari nilai energi *Charpy* harus memenuhi atau melebihi nilai energi yang dihitung dengan menggunakan salah satu persamaan berikut yang telah dikembangkan dalam berbagai program riset pipa penyalur.

a) Battelle columbus laboratories (BCL) (AGA)

$$CVN = 0.0108\sigma^2 R^{1/3} t^{1/3}$$

b) American iron and steel institute (AISI)

$$CVN = 0.0345\sigma^{3/2} R^{1/2}$$

c) British gas council (BGC)

$$CVN = 0.0315\sigma R/t^{1/2}$$

d) British steel corporation (BSC)

$$CVN = 0.00119\sigma^2 R$$

di mana:

CVN = full-size charpy v-notch absorbed energy, ft-lb

R = radius pipa, inci

t = tebal dinding, inci

$\sigma$  = tegangan melingkar, ksi

3) Penahan retak merambat mekanis. Penahan retak merambat mekanis terdiri dari selubung, pembungkus, pipa dinding tebal. atau jenis lain yang sesuai yang telah terbukti memberikan metode yang dapat dipercaya untuk menahan retak liat. Penahan retak merambat mekanis harus ditempatkan setiap jarak-jarak tertentu di sepanjang pipa penyalur.

**PERHATIAN** Persyaratan yang dispesifikasi kan pada (2) di atas berlaku jika pipa penyalur mengangkut gan metan murni dan pipanya sama dalam kelakuan fracture-nya dengan yang biasa dibuat untuk persamaan empiris diatas. Adanya hidrokarbon yang lebih berat dapat menyebabkan gas menunjukkan dua fase perilaku bila terjadi dekompresi mendadak dan karena itu memerlukan energy *Charpy* yang lebih besar untuk menahan propagasi retakan pipa. Disamping itu, pipa yang telah di-rol terkontrol atau quench dan temper tidak akan seperti yang ditunjukan

2) *Ductile, fracture arrest*. To assure that the pipeline has adequate toughness to arrest a ductile fracture, the pipe shall be tested in accordance with the procedures of supplementary requirement SR5 of API 5L. The all-heat average of the Charpy energy values shall meet or exceed the energy value calculated using one of the following equations that have been developed in various pipeline research programs.

a) Battelle columbus laboratories (BCL) (AGA)

$$CVN = 0.0108\sigma^2 R^{1/3} t^{1/3}$$

b) American iron and steel institute (AISI)

$$CVN = 0.0345\sigma^{3/2} R^{1/2}$$

c) British gas council (BGC)

$$CVN = 0.0315\sigma R/t^{1/2}$$

d) British steel corporation (BSC)

$$CVN = 0.00119\sigma^2 R$$

Where:

CVN = full-size charpy V-notch absorbed energy, ft-lb

R = pipe radius, in.

t = wall thickness, in.

$\sigma$  = hoop stress, ksi

3) *Mechanical crack arrestors*. Mechanical crack arrestors consisting of sleeves, wire-rope wrap, heavy-wall pipe, or other suitable types have been shown to provide reliable methods of arresting ductile fracture. The mechanical crack arrestors shall be placed at intervals along pipeline.

**CAUTION** The requirements specified in (2) above assume the pipeline is transporting essentially pure methane and the pipe is similar in fracture behavior to that used to develop the empirical equations above. The presence of heavier hydrocarbons can cause the gas to exhibit two phase behavior on sudden decompression and thus requires a greater Charpy energy to arrest propagating pipe fracture. Likewise, pipe that has been control rolled or quench and tempered may not behave as indicated by the equation and may also require a greater Charpy energy to arrest a propagating fracture. Calculations



persamaan tersebut dan mungkin juga memerlukan enersi Charpy yang lebih besar untuk menahan fracture yang merambat. Kalkulasi harus dibuat untuk menetapkan apakah dekompresi menunjukkan dua fase perilaku, dan asesmen harus dilakukan pada bisa terpakainya persamaan penahan di mana diperlukan tambahan kekuatan. Jika tidak penahan retak mekanis (lihat (3) di atas) harus dipasang atau persyaratan ketahanan *Charpy* untuk menahan harus diverifikasi melalui eksperimen atau perhitungan tambahan.

**841.111 Limitasi atas tekanan desain P dalam butir 841.11.** Tekanan desain yang diperoleh dari formula dalam butir 841.11 harus dikurangi untuk disesuaikan dengan yang berikut.

a) P untuk pipa lasan butt tungku harus tidak melebihi batasan pada butir 841.11 atau 60% dari tekanan tes pabrik, menurut yang mana yang lebih rendah.

b) P tidak boleh melebihi 85% tekanan tes pabrik untuk semua pipa lain yang digunakan; tetapi bahwa pipa yang dites pabrik sampai tekanan kurang dari 85% dari pada yang dipersyaratkan untuk menghasilkan suatu tegangan yang sama dengan kuat luluh minimum spesifikasi, dapat dites ulang dengan tes hidrostatik tipe pabrik atau dites di tempat setelah pemasangan.

Jika pipa dites ulang sampai tekanan melebihi tekanan tes pabrik, maka P tidak boleh melebihi 85% tekanan tes ulang bukannya dari tekanan tes pabrik awal. Adalah suatu keharusan untuk menggunakan cairan sebagai medium tes untuk semua tes di tempat setelah pemasangan bila tekanan tes melebihi tekanan tes pabrik. Paragraf ini tidak dimaksudkan untuk memperbolehkan tekanan operasi atau tekanan desain melebihi dari yang dijelaskan pada butir 841.11.

**841.112 Limitasi atas kuat luluh minimum spesifikasi S pada butir 841.11**

a) Jika pipa yang dipertimbangkan bukan pipa baru yang dibeli menurut spesifikasi yang disetujui dan didaftarkan dalam Standar ini, nilai S dapat ditentukan

must be performed to determine if the decompression exhibits two phase behavior, and an assesment must be made as to the applicability of the arrest equations where additional toughness is required. Otherwise mechanical crack arrestors [see (3) above], should be installed or the Charpy toughness requirement for arrest be verified through experiments or additional calculations.

**841.111 Limitations on design pressure P in para. 841.11.** The design pressure obtained by the formula in para. 841.11 shall be reduced to conform to the following.

a) P for furnace butt welded pipe shall not exceed the restrictions of para. 841.11 or 60% of mill test pressure, whichever is the lesser.

b) P shall not exceed 85% of the mill test pressure for all other pipes provided; however, that pipe, mill tested to a pressure less than 85% of the pressure required to produce a stress equal to the specified minimum yield, may be retested with a mill type hydrostatic test or tested in place after installation.

In the even the pipe is retested to a pressure in excess of the mill test pressure, then P shall not exceed 85% of the retest pressure rather than the initial mill test pressure. It is mandatory to use a liquid as the test medium in all tests in place after installation where the test pressure exceeds the mill test pressure. This paragraph is not be construed to allow an operating pressure or design pressure in excess of that provided for by para. 841.11.

**841.112 Limitations on specified minimum yield strength S in para. 841.11**

a) If the pipe under consideration is not new pipe purchased under a specification approved and listed in this Code, the value of S may be determined in



kan menurut salah satu yang berikut:

**Tabel 841.114A Faktor Dasar Desain, F**

Lokasi Kelas	Faktor Desain
Lokasi Kelas 1, Divisi 1	0.80
Lokasi Kelas 1, Divisi 2	0.72
Lokasi Kelas 2	0.60
Lokasi Kelas 3	0.50
Lokasi Kelas 4	0.40

- 1) nilai S untuk pipa baru yang dikualifikasi menurut butir 811.221 atau 811.222.
  - 2) nilai S untuk penggunaan ulang pipa baja yang dikualifikasi menurut salah satu ketentuan pada butir 817.1
  - 3) nilai S untuk pipa dengan spesifikasi yang tidak diketahui seperti yang ditentukan pada butir 817.13(h).
- b) Bila pipa yang sudah dikerjakan dingin untuk maksud memenuhi kuat luluh minimum spesifikasi yang selanjutnya dipanaskan sampai ke suatu suhu lebih tinggi dari 900°F selama jangka waktu manapun atau di atas 600°F untuk lebih dari satu jam, tekanan maksimum diperbolehkan yang dapat digunakan tidak boleh melebihi 75% dari nilai yang diperoleh dengan menggunakan formula desain pipa baja menurut butir 841.11.
- c) Bila standar merujuk pada nilai minimum spesifikasi suatu sifat mekanis, maka nilai aktual yang lebih tinggi suatu properti tidak boleh sama sekali diganti menurut formula desain pipa baja pada butir 841.11. Jika nilai aktual lebih rendah dari nilai minimum spesifikasi suatu sifat mekanis, nilai aktual dapat digunakan bila diperbolehkan oleh standar ini, seperti pada butir 817.1 mengenai penggunaan ulang pipa baja.

**841.113 Persyaratan tambahan untuk tebal dinding nominal  $t$  pada butir 841.11**

- a) Tebal dinding minimum  $t$  yang disyaratkan untuk menahan tekanan seperti ditentukan pada butir 841.11 mungkin tidak cukup untuk menahan tenaga lain yang menekan saluran-pipa tersebut [lihat butir 840.1(a)]. Pertimbangan harus juga diberikan untuk pemunggaan karena pengangkutan atau penanganan pipa selama konstruksi, berat air selama pengetesan, pemunggaan tanah dan

accordance with one of the following:

**Table 841.114A Basic Design Factor, F**

Location Class	Design Factor
Location Class1, Division 1	0.80
Location Class1, Division 2	0.72
Location Class2	0.60
Location Class3	0.50
Location Class4	0.40

- 1) S value for new pipe qualified under para. 811.221 or 811.222;
  - 2) S value for reuse of steel pipe qualified under one of the provisions of para. 817.1;
  - 3) S value for pipe of unknown specification as determined by para. 817.13(h).
- b) When pipe that has been cold worked for the purpose of meeting the specified minimum yield strength is subsequently heated to a temperature higher than 900°F for any period of time or over 600°F for more than 1 hr, the maximum allowable pressure at which it can be used shall not exceed 75% of the value obtained by use of the steel pipe design formula given in para. 841.11.
- c) In no case where the Code refers to the specified minimum value of a mechanical property shall the higher actual value of a property be substituted in the steel pipe design formula given in para. 841.11. If the actual value is less than the specified minimum value of a mechanical property, the actual value may be used where it is permitted by the Code, such as in para. 817.1 regarding the reuse of steel pipe.

**841.113 Additional requirements for nominal wall thickness  $t$  in para. 841.11**

- a) The minimum wall thickness  $t$  required for pressure containment as determined by para. 841.11 may not be adequate for other forces to which the pipeline may be subjected [see para. 840.1(a)]. Consideration shall also be given to loading due to transportation or handling of the pipe during construction, weight of water during testing, and soil loading and other secondary loads during operation.



beban sekunder lain selama pengoperasian. Pertimbangan harus juga diberikan atas persyaratan sambungan lasan atau mekanis. Tebal dinding standar seperti yang ditentukan dalam ASME B36.10M, haruslah tebal dinding nominal yang paling kecil yang digunakan untuk pipa berulir dan beralur.

Consideration should also be given to welding or mechanical joining requirements. Standard wall thickness, as prescribed in ASME B36.10M, shall be the least nominal wall thickness used for threaded and grooved pipe.





**Tabel 841.114B Faktor desain untuk konstruksi pipa baja**  
**(Table 841.114B Design factors for steel pipe construction)**

Facility	Location class				
	1				
	Div. 1	Div. 2	2	3	4
Pipelines, mains, and service lines [see para. 840.2(b)]	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
Crossing of roads, railroads without casing:					
(a) Private roads	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
(b) Unimproved public roads	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
(c) Roads, highways, or public streets, with hard surface and railroads	0.60	0.60	0.50	0.50	0.40
Crossing of roads, railroads with casing:					
(a) Private roads	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
(b) Unimproved public roads	0.72	0.72	0.60	0.50	0.40
(c) Roads, highways, or public streets, with hard surface and railroads	0.72	0.72	0.60	0.50	0.40
Parallel encroachment of pipelines and mains on roads and railroads:					
(a) Private roads	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
(b) Unimproved public roads	0.80	0.72	0.60	0.50	0.40
(c) Roads, highways, or public streets, with hard surface and railroads	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Fabricated assemblies (see para. 841.121)	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Pipelines on bridges (see para. 841.122)	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Compressor station piping	0.50	0.50	0.50	0.50	0.40
Near concentration of people in Location Classes 1 & 2	0.50	0.50	0.50	0.50	0.40
[See para. 840.3(b)]					

#### 841.12 Instruksi atau informasi desain tambahan

**841.121 Rakitan yang dipabrikasi.** Bila rakitan yang dipabrikasi seperti koneksi untuk separator, rakitan katup pipa induk, koneksi silang, header yang melintasi sungai, dan sebagainya akan dipasang pada area yang ditentukan sebagai lokasi Kelas 1, maka faktor desain 0.6 disyaratkan pada setiap bagian rakitan dan untuk jarak yang sama dengan 5 x diameter atau 10 kaki dalam setiap jurusan melewati fitting akhir. Jarak yang lebih pendek dapat digunakan asalkan tegangan gabungan dipertimbangkan dalam desain instalasi tersebut. Potongan-potongan transisi pada ujung rakitan dan *elbow* yang digunakan sebagai pengganti bends pipa tidak dianggap sebagai fitting dalam persyaratan paragraf ini. Juga lihat butir 822.

#### 841.12 Additional design information or instructions

**841.121 Fabricated assemblies.** When fabricated assemblies, such as connections for separators, main line valve assemblies, cross connections, river crossing headers, etc., are to be installed in areas defined in Location Class 1, design factor 0.6 is required throughout the assembly and for a distance equal to the lesser of 5 diameters or 10 ft in each direction beyond the last fitting. A shorter distance may be used provided that combine stresses are considered in the design of the installation. Transition pieces at the end of the assembly and elbows used in place of pipe bends are not considered fittings under requirements of this paragraph. Also see para. 822.



**841.122 Pipa penyalur atau pipa induk di atas jembatan**

Faktor desain untuk pipa penyalur atau pipa induk yang disangga oleh jembatan kereta api, jembatan kendaraan, jembatan pejalan kaki atau jembatan pipa penyalur harus ditentukan sesuai dengan lokasi Kelas yang ditetapkan untuk daerah di mana jembatan tersebut terletak, kecuali dalam lokasi Kelas 1, bagaimanapun, desain faktor 0.6 harus digunakan.

**841.123 Desain dari *metering* dan kontrol tekanan/ aliran**

(a) Semua perpipaan dan komponen perpipaan, sampai dan termasuk katup outlet pemberhentian dari meter individu dan laju kontrol tekanan/aliran, harus sesuai atau melebihi desain tekanan maksimum dari inlet sistem perpipaan. Reduser berulir seharusnya tidak digunakan dalam fasilitas kontrol tekanan/aliran dimana akan pipa mengalami vibrasi frekuensi tinggi. Persyaratan desain dari butir 804.3 dan tabel 841.114B diaplikasikan pada persyaratan desain pada bab ini.

(b) Semua perpipaan harus diuji berdasarkan butir 841.3 dan persyaratan lokasi kelas pada tabel 841.114B. Peralatan instrument seperti transmitter, rekorder, kontroler, dll., tidak termasuk instrument pengetesan seharusnya dipisahkan dari perpipaan selama pengujian. Cairan uji harus dihilangkan dari perpipaan dan komponen perpipaan dan dibilas dengan gas alam sebelum fasilitas digunakan.

(c) Pengukuran kontrol korosi yang sesuai pada Bab VI, harus diaplikasikan untuk mengukur dan kontrol tekanan/aliran perpipaan.

**841.124 Fasilitas *metering*.** Pertimbangan dan perhatian harus diberikan pada laju *meter* ukuran *blowdown* dan/atau membatasi pelat untuk turbin dan *meter positive displacement*. Pengurangan tekanan udara dengan cepat dari laju *meter* dapat merusak dan menghancurkan *meter* karena *meter* kelebihan putaran dan perbedaan yang tinggi serta membahayakan pekerja.

**841.122 Pipelines or mains on bridges.**

Design factor for pipelines or mains supported by railroad, vehicular, pedestrian, or pipeline bridges shall be determined in accordance with the Location Class, prescribed for the area in which the bridge is located, except that in Location Class 1, however, a design factor 0.6 shall be used.

**841.123 Design of *metering* and pressure/flow control**

(a) All piping and piping component, up to and including the outlet stop valve(s) of individual meter and pressure/flow control runs, shall meet or exceed the maximum design pressure of the inlet piping system. Threaded reducing bushings should not be used in pressure/flow control facilities where they are subject to high frequency piping vibrations. The design requirements of para. 804.3 and table 841.114B apply to the design requirements of this section.

(b) All piping shall be tested in accordance with para. 841.3 and the class location requirements of table 841.114B. Instrument devices such as transmitters, recorders, controllers, etc., excluding testing instrumentation should be isolated from the piping during the test. Test fluids shall be removed from piping and piping components and the piping purged with natural gas before placing the facilities in service.

(c) The corrosion control measures in Chapter VI as appropriate, must be applied to meter and pressure/flow control piping.

**841.124 Metering facilities.** Particular consideration and attention shall be given to sizing meter run blowdowns and/or restricting plates for turbine and positive displacement meters. Rapid depressurization of meter runs can damage or destroy meters due to meter overspin and high differentials and can endanger personnel.



**841.125 Pertimbangan lainnya untuk fasilitas metering**

- (a) Pembuktian pengukuran reduker tidak pasti. Dimana desain pengukuran, ukuran, dan laju alir boleh, dipertimbangkan pemasangan *tap meter* pembuktian.
- (b) Penyaring gas kering dibagian hulu seharusnya dipertimbangkan ketika memasang rotari atau turbin meter. Partikel dan debu pipa penyalur dapat mengkontaminasi minyak pelumas *meter* dan merusak bantalan dan komponen internal *meter* lainnya.

**841.126 Fasilitas kontrol tekanan/aliran**

- (a) Proteksi kelebihan tekanan harus disediakan dengan digunakannya
- (1) suatu monitor regulator dalam rangkaian dengan suatu regulator pengontrol (setiap jumlah regulator)
  - (2) ukuran pelepas katup bagian hilir yang cukup dari regulator pengontrol.
  - (3) katup penghenti tekanan lebih dibagian hulu atau hilir dari regulator pengontrol. Instalasi dari peralatan alarm yang mengindikasikan regulator pengontrol gagal berfungsi dan harus dipertimbangkan untuk sistem monitor regulator.
- (b) Setiap suplai regulator, kontrol, dan jalur *sensing* harus mempunyai katup isolasi terpisah untuk tujuan isolasi selama *set-up* regulator dan perbaikan serta mencegah keamanan peralatan (seperti monitor, regulator) dari ketidak sengajaan dalam operasi karena *plugging* atau *freezing* dari jalur instrumen.
- (c) Tahapan harus dilakukan untuk mencegah *freezing-up* (internal dan eksternal) dari regulator, katup pengontrol, instrumentasi, kontrol pilot dan katup penggerak karena instrumen uap njenuh udara atau gas, gas pipa penyalur, atau kondisi *eksternal ambient*.
- (d) Tingkat tekanan yang mulus dari 110 dbA dan lebih besar harus dihindari untuk mencegah kerusakan alat pengontrol dan perpipaan.
- (e) Pada kondisi puncak, kecepatan gas pada perpipaan harus tidak melebihi 100ft/sec. Direkomendasikan kecepatan

**841.125 Other (nonmandatory) consideration for metering facilities**

- (a) Meter proving reducers measurement uncertainty. Where meter design, size, and flow rate allows, consider installing meter proving taps.
- (b) Upstream dry gas filter(s) should be considered when installing rotary or turbine meters. Particulates and pipeline dust can contaminate meter lubricating oil and damage bearing and other internal meter components.

**841.126 Pressure/flow control facilities**

- (a) Overpressure protection shall be provided by the used of
- (1) a monitor regulator in series with a controlling regulator (each regulator run)
  - (2) adequately sized relief valve(s) downstream of the controlling regulator(s)
  - (3) overpressure shut-off valve(s) *upstream* or downstream of the controlling regulator(s). Installation of alarm devices which indicated primary (controlling) regulator failure are useful and should be considered for monitor regulator system.
- (b) Each regulator supply, control, and sensing line shall have a separate isolation valve for isolation purposes during regulator set-up and maintenance and to prevent a safety device (i.e., monitor, regulator) from becoming unintentionally inoperable due to plugging or freezing of instrument lines.
- (c) Steps shall be taken to prevent the freezing-up(internal and external) of regulators, control valves, instrumentation, pilot controls, and valve actuating equipment caused by moisture saturated instrument air or gas, pipeline gas, or external ambient conditions.
- (d) Sound pressure levels of 110 dbA and greater shall be avoided to prevent damage to control equipment and piping.
- (e) Gas velocities in piping should not exceed 100 ft/sec at peak conditions. Lower velocities are recommended. High gas



yang lebih rendah. Kecepatan gas tinggi pada perpipaan menaikkan turbulensi dan tingkat tekanan (kebisingan aerodinamik) dan dapat menyebabkan erosi internal perpipaan

**841.127 Pertimbangan lain (tidak wajib) pada fasilitas kontrol tekanan/aliran**

(a) Filterasi gas, terutama untuk instrumentasi, regulator instrumen, dll., harus dipertimbangkan dimana kontaminasi partikel yang ada dan masalah yang potensial.

(b) Instalasi *conical reducer* bagian hilir dari katup regulator atau kontrol akan ekspansi bertahap dari perpipaan yang lebih besar dan mengurangi turbulensi dan penurunan tekanan selama ekspansi gas.

**841.128 Fasilitas elektrik dan peralatan elektronik dari kontrol tekanan/aliran dan fasilitas *metering***

(a) semua peralatan elektrik dan kabel-kabel yang dipasang pada fasilitas kontrol tekanan/aliran dan fasilitas *metering* harus sesuai dengan persyaratan dari ANSI/NFPA 70 dan elektrik yang dapat dipakai tertera pada lampiran C.

(b) Kontrol elektronik, monitoring, dan peralatan pengukur gas harus tepat ditanah dan diisolasi dari perpipaan untuk membantu mencegah kelebihan tekanan/ situasi menutup tiba-tiba disebabkan oleh kegagalan peralatan dikarena disambar petir dan transien elektrik dan mencegah bahaya keamanan yang disebabkan kesalahan arus. Peralatan isolasi elektrik untuk tujuan kontrol korosi tidak boleh dipasang pada bangunan kecuali didisain secara khusus untuk digunakan pada atmosfer yang dapat terbakar.

(c) Sumber energi yang tidak dapat diganggu atau sistem backup yang lebih harus dipertimbangkan untuk membantu mencegah tekanan berlebihan/situasi *shutoff* tidak sengaja dikarenakan keterlambatan energi.

(d) Referensi yang digunakan untuk pengukuran gas elektronil adalah *API*

velocities in piping increase turbulence and pressure levels (aerodynamic noise) and can cause internal piping erosion.

**841.127 Other (nonmandatory) considerations for pressure/flow control facilities**

(a) Filtration of gas, particularly for instrumentation, instrument regulators, etc., should be considered where particulate contaminants are a present or potential problem.

(b) Installation of conical reducers immediately downstream of a regulator or control valve will allow a more gradual expansion of gas to larger piping and reduce turbulence and pressure drop during gas expansion.

**841.128 Electrical facilities and electronic equipment for pressure/flow control and metering facilities**

(a) All electrical equipment and wiring installed in pressure/flow control facilities and metering facilities shall conform to the requirement of ANSI/NFPA 70 and other applicable electrical are listed in Appendix C.

(b) Electronic control, monitoring, and gas measurement equipment shall be properly grounded and isolated from piping to help prevent overpressure/accidental shutoff situations caused by equipment failure due to lightning strikes and electrical transients and to prevent safety hazard caused by fault currents. Electrical isolation equipment for corrosion control purpose should not be installed in building unless specifically designed to be used in combustible atmospheres.

(c) Uninterruptible power sources or redundant backup system should be considered to help prevent overpressure/unintentional shutoff situations caused by power outages.

(d) A useful reference for electronic gas measurements is *API manual of Petroleum*



*manual of Petroleum Measurement Standard, Bab 21, Section 1- Electronic Gas Measurement*

Measurement Standards, Chapter 21, Section 1 – Electronic Gas Measurement.

### 841.13 Prorteksi pipa penyalur dan pipa induk dari bahaya

- a) Bila pipa penyalur atau pipa induk harus dipasang di tempat di mana pipa tersebut akan mengalami bahaya alami seperti penggerusan, banjir, tanah tidak stabil, tanah longsor, atau kondisi lain yang dapat menyebabkan pergeseran yang serius dari, atau beban abnormal pada, pipa penyalur, tindakan pencegahan harus diambil untuk melindungi pipa penyalur dengan cara seperti, penambahan tebal dinding, pembuatan tanggul, pencegahan erosi, pemasangan jangkar, dan sebagainya.
- b) Bila pipa penyalur atau pipa induk melintasi daerah yang biasa digenangi air atau daerah banjir (danau atau rawa-rawa), pemberat atau jangkar yang cukup harus diberikan pada pipa untuk mencegah pengapungan.

### 841.13 Protection of pipelines and mains from hazards

- a) When pipelines and mains must be installed where they will be subject to natural hazards, such as washouts, floods, unstable soil, landslides, earthquake related events (such as surface faulting, soil liquefaction, soil and slope instability characteristics), or other conditions which may cause serious movement of, or abnormal loads on, the pipeline, reasonable precautions shall be taken to protect the pipeline, such as increasing the wall thickness, constructing revetments, preventing erosion, and installing anchors.
- b) Where pipelines and mains cross areas which are normally under water or subject to flooding (i.e., lakes, bays, or swamps), sufficient weight or anchorage shall be applied to the line to prevent flotation.

**Table 841.115A Longitudinal joint factor E**

Spec. Non	Pipe class	E factor
ASTM A 53	Seamless	1.00
	Electric resistance welded	1.00
	Furnace butt welded continuous weld	0.60
ASTM A 106	Seamless	1.00
ASTM A 134	Electric fusion arc welded	0.80
ASTM A 135	Electric resistance welded	1.00
ASTM A 139	Electric fusion welded	0.80
ASTM A 211	Spiral welded steel pipe	0.80
ASTM A 333	Seamless	1.00
	Electric resistance welded	1.00
	Double submerged arc welded	1.00
ASTM A 381	Electric fusion welded	1.00
ASTM A 671	Classes 13, 23, 33, 43, 53	0.80
	Classes 12, 22, 32, 42, 52	1.00
	Electric fusion welded	1.00
ASTM A 672	Classes 13, 23, 33, 43, 53	0.80
	Classes 12, 22, 32, 42, 52	1.00
	Electric fusion welded	1.00
API 5L	Seamless	1.00
	Electric resistance welded	1.00
	Electric flash welded	1.00
	Submerged arc welded	1.00
	Furnace butt welded	0.60

GENERAL NOTE Definitions for the various classes of welded pipe are given in para. 804.243.



**Table 841.116A Temperature derating factor T for steel pipe**

Temperature, °F	Temperature derating Factor T
250 or less	1.000
300	0.967
350	0.933
400	0.900
450	0.867

GENERAL NOTE For intermediate temperatures, interpolate for derating factor.

c) Karena perlintasan pipa bawah laut dapat mengalami penggerusan akibat bahaya alami dari perubahan dasar terusan, kecepatan air, pendalaman kanal, atau perubahan lokasi kanal dalam terusan, maka perhatian desain harus diberikan untuk melindungi pipa penyalur atau pipa induk pada perlintasan tersebut. Perlintasan pipa harus ditempatkan pada tepi dan lokasi dasar laut yang lebih stabil dan kedalaman saluran, lokasi tekukan yang dipasang pada tepi, tebal dinding pipa, dan berat saluran harus diseleksi berdasarkan ciri-ciri terusan.

d) Bila pipa penyalur dan pipa induk diekspos, misalnya pada span, trestles, dan perlintasan jembatan, maka pipa penyalur dan pipa induk harus dilindungi secara layak dengan menjauhi atau menghalanginya terhadap kerusakan akibat kecelakaan lalu lintas atau sebab lainnya.

**841.14** Persyaratan *cover*, jarak antara, dan *casing* untuk pipa penyalur dan pipa induk baja yang tertanam.

**841.141 Persyaratan *cover* untuk pipa induk.** Pipa induk yang tertanam harus dipasang dengan *cover* tidak kurang dari 24 in. Jika ketentuan *cover* ini tidak dapat dipenuhi, atau bila beban eksternal mungkin berlebihan, maka mains harus diberi selubung, jembatan, atau didesain untuk dapat menahan setiap beban eksternal yang diantisipasi.

Jika pertanian atau operasi lainnya mungkin mengakibatkan pengerukan dalam, atau dalam daerah yang mengalami erosi, atau

c) Because submarine crossings may be subject to washouts due to the natural hazards of changes in the waterway bed, water velocities, deepening of the channel, or changing of the channel location in the waterway, design attention shall be given to protect the pipeline or main at such crossings. The crossing shall be located in the more stable bank and bed locations and the depth of the line, location of the bends installed in the banks, wall thickness of the pipe, and weighting of the line shall be selected based on the characteristics of the waterway.

d) Where pipelines and mains are exposed, such as at spans, trestles, and bridge crossings, the pipelines and mains shall be reasonably protected by distance or barricades from accidental damage by vehicular traffic or other causes.

**841.14** Cover, clearance, and casing requirements for buried steel pipelines and mains

**841.141 Cover requirements for mains.** Buried mains shall be installed with a cover not less than 24 in. Where this cover provision cannot be met, or where external loads may be excessive, the main shall be encased, bridged, or designed to withstand any such anticipated external load.

Where farming or other operations might result in deep plowing or in areas subject to erosion or in locations where future grading



pada lokasi yang nantinya mungkin diratakan, seperti jalan raya, perlintasan jalan kereta api dan parit, perlindungan tambahan harus disediakan. (Lihat butir 841.145 metoda yang disarankan untuk penyediaan proteksi tambahan)

**841.142 Persyaratan cover untuk pipa penyalur.** Kecuali untuk pipa penyalur lepas pantai, pipa penyalur tertanam harus dipasang dengan suatu *cover* tidak kurang dari yang ditunjukkan dalam tabel berikut:

Location	Cover, in		
	For rock excavation		
	For normal excavation	Pipe size NPS 20 and smaller	Pipe size larger than NPS 20
Class 1	24	12	18
Class 2	30	18	18
Classes 3 & 4	30	24	24
Drainage ditch at public roads and railroad crossings (all locations)	36	24	24

NOTE 1) Rock excavation is excavation that requires blasting.

Bila ketentuan *cover* tidak dapat dipenuhi atau bila beban eksternal mungkin berlebihan, pipa penyalur harus diberi casing, jembatan, atau didesain untuk dapat menahan beban eksternal yang diantisipasi. Dalam daerah di mana pertanian atau operasi lain mungkin mengakibatkan pengerukan yang dalam atau dalam daerah yang mengalami erosi atau dalam lokasi yang nantinya mungkin diratakan, seperti jalan raya, perlintasan jalan kereta api dan parit, perlindungan tambahan harus disediakan. (Lihat butir 841.145 metoda yang disarankan untuk penyediaan proteksi tambahan)

**841.143 Jarak pipa penyalur atau pipa induk dengan bangunan lain di bawah tanah.**

a) Bila memungkinkan, harus ada jarak antara sekurang-kurangnya 6 inci antara pipa penyalur tertanam dan setiap bangunan bawah tanah lain yang penggunaannya tidak berhubungan dengan pipa penyalur. Bila jarak antara tersebut tidak dapat dipenuhi, maka harus diambil tindakan pencegahan untuk melindungi

is likely, such as road, highway, railroad and ditch crossings, additional protection shall be provided. (See para. 841.145 for suggested methods to provide additional protection)

**841.142 Cover requirements for pipelines.** Except for offshore pipelines, buried pipelines shall be installed with a cover not less than that shown in the following table:

Where these cover provisions cannot be met or where external loads may be excessive, the pipeline shall be encased, bridged, or designed to withstand any such anticipated external loads. In areas where farming or other operations might result in deep plowing, or in areas subject to erosion, or in locations where future grading is likely, such as at roads and highway, railroad, and ditch crossings, additional protection shall be provided. See para. 841.145 for suggested methods to provide additional protection

**841.143 Clearance between pipelines or mains and other underground structures**

a) There shall be at least 6 in. clearance wherever possible between any buried pipeline and any other underground structure not used in conjunction with the pipeline. When such clearance cannot be attained, precautions to protect the pipe shall be taken, such as the installation of casing, bridging, or insulating material.



pipa, seperti misalnya pema sangat casing, jembatan, atau bahan penginsulasi.

- b) Bila memungkinkan, harus ada jarak antara sekurang-kurangnya 2 inci antara setiap pipa induk gas tertanam dan setiap bangunan bawah tanah lain yang penggunaannya tidak berhubungan dengan pipa induk gas. Bila jarak antara tersebut tidak dapat dipenuhi, maka harus diambil tindakan pencegahan untuk melindungi piupa induk, seperti misalnya pemasangan bahan penginsulasi atau casing.

**841.144 Persyaratan casing di bawah jalan kereta api, jalan raya, atau jalan umum lainnya.** *Casing* harus didesain untuk dapat menahan beban berlapis. Bila ada kemungkinan air memasuki casing, ujung *casing* harus ditutup kedap. Jika ujung ujung tutup kedap akan berfungsi menahan atau menjaga tekanan operasi maksimum pipa lintas yang diperbolehkan, maka *casing* harus didesain untuk tekanan ini dan sekurang-kurangnya pada faktor desain 0.72. Pemasangan *vent* pada casing yang disii tidak diwajibkan; namun demikian, jika dipasang, *vent* tersebut hendaknya dilindungi dari cuaca untuk mencegah air memasuki *casing*. (Persyaratan untuk perlintasan dalam casing jalan kereta api dan jalan raya ditunjukkan dalam Tabel 841.114B)

#### **841.15 Proteksi Tambahan Untuk Pipa Bawahtanah**

Design faktor pipa untuk perlintasan jalan raya dan rel kereta api, F harus sesuai dengan Tabel 841.114B. Acuan disediakan oleh API RP 1102, Steel Pipelines Crossing Railroads and Highways; atau GRI report No. 91/0284, Guidelines for Crossing and Highways; atau Gas Piping Technology Committee's guide Material Appendix G-15, Design of Uncased Pipelines Crossing of Highways and Railroads, mungkin dapat dipertimbangkan untuk desain dan pemasangan pipa diperlintasan. Operator pipa penyalur harus mengevaluasi kebutuhan untuk penambahan proteksi pipa diatas pipa penyalur bila lebar right-of-way jalan atau jalan kereta tidak ditentukan untuk

- b) There shall be at least 2 in. clearance wherever possible between any buried gas main and any other underground structure not used in conjunction with the main. When such clearance cannot be attained, precautions to protect the main shall be taken, such as the installation of insulating material or casing.

**841.144 Casing requirements under railroads, highways, roads, or streets.** Casings shall be designed to withstand the superimposed loads. Where there is a possibility of water entering the casing, the ends of the casing shall be sealed. If the end sealing is of a type that will retain the maximum allowable operating pressure of the carrier pipe, the casing shall be designed for this pressure and at least to the design factor of 0.72. Venting of sealed casings is not mandatory; however, if vents are installed they should be protected from the weather to prevent water from entering the casing. (Requirements for crossings within casing of railroads and highways are shown in Table 841.114B.)

#### **841.15 Additional Underground pipe Protection**

The pipe design factor, F shall be in accordance with Table 841.114B for the crossing of roads and railroads. The guidance provided by API RP 1102, Steel Pipelines Crossing Railroads and Highways; or GRI report No. 91/0284, Guidelines for Crossing and Highways; or Gas Piping Technology Committee's guide Material Appendix G-15, Design of Uncased Pipelines Crossing of Highways and Railroads, may be considered for design and installation of pipelines crossing. The pipelines operator shall evaluate the need for extending additional pipe protection over the pipelines when the road or railroad right-of-way width is undefined based on anticipated loading



mengantisipasi beban dari lalu-lintas atau alat berat yang melakukan kegiatan perbaikan berdekatan dengan jalan atau jalan kereta.

Tingkatan berbeda dari proteksi tambahan terhadap kerusakan oleh pihak ketiga pada pipa bawah tanah atau pipa penyalur bersilangan (sejajar dengan) right-of-way dari jalan atau jalan kereta mungkin tercapai dengan menggunakan cara-cara, variasi darinya, tunggal atau kombinasi berikut.

(a) Memasang batas fisik atau marka diatas atau sekitar pipa (lihat paragraf 851.7). Bila pembatas fisik digunakan, sebaiknya dikenali kemungkinan potensi konflik dengan kegiatan perbaikan di right-of-way.

Metoda batas fisik dan marka termasuk:

- (1) pembatas beton atau baja diletakkan diatas pipa.
- (2) dinding beton ditempatkan dekat kedua sisi pipa dan diperpanjang diatas puncak elevasi pipa
- (3) material lapis-olindung tahan rusak seperti beton
- (4) perletakan penutup tambahan yang lebih dalam yang ditentukan pada paragraf 841.142
- (5) Mengubur pita peringatan yang mudah terlihat ditempatkan sejajar atau diatas pipa
- (6) selubung pipa (lihat para. 841.144, 862.117, dan 862.218)

(b) Ketebalan dinding yang lebih kuat dari ketentuan faktor desain, F sesuai dengan Tabel 841.114A atau Tabel 841.114B.

(c) Kesesuaian pipa penyalur sebaik mungkin lurus dan tegak lurus terhadap kesesuaian jalan atau jalan kereta untuk meningkatkan kehandalan marka, dari lokasi pipa melintasi right-of-way dan batas right-of-way.

Tambahan proteksi pipa bawah tanah harus digunakan sehubungan dengan suatu program pendidikan yang efektif (butir 850.1), pengawasan priodik (para 851.1), Patroli pipa penyalur (butir 851.2), dan bila ada, penggunaan program yang memberikan notifikasi pada operator perihal kegiatan penggalian.

from traffic or heavy equipment performing maintenance activities adjacent to the road or rail road.

Varying degrees of additional protection from thirdparty damaged to a buried main or pipelines crossing within (or parallel to) the right-of-way of road or railroad may be achieved using the following techniques, or variants thereof, singly or in kombination.

(a) A physical barrier or marker may be installed above or around the pipe (see para. 851.7). If a physical barrier is used, the potential conflict with the right-of-way maintenance activities should be recognized.

Physical barrier or marker methodes include:

- (1) a concrete or steel barrier placed above the pipe
- (2) a concrete slab placed vertically adjacent to the pipe on each side and extended above the top of pipe elevation
- (3) damage-resistant coating material, such as concrete
- (4) extra depth of cover additional that required in para. 841.142
- (5) burried high-visibility warning tape placed parallel to and above the pipe
- (6) pipe casing (see paras. 841.144, 862.117, and 862.218)

(b) A hevier wall thickness than is required by the pipe design factor, F in accordance with Table 841.114A or Table 841.114B.

(c) Pipeline alignment should be as straight and perpendicular to the road or railroad alignment as possible to promote reliable marking; of the pipe location through the right-of-way and the right-of-way limits.

Additional underground pipe protection shall be used in conjunction with an effective educational program (para.850.1) periodic surveillance of pipeline (para 851.1), pipeline patrolling (para 851.2), and utilization of programs that provide notification to operators regarding impending excavation activity, if available.



**841.16 Persyaratan desain diringkas dalam Tabel 841.114B.**

**841.2 Pemasangan pipa penyalur dan pipa induk baja.**

**841.21 Spesifikasi konstruksi.** Semua pekerjaan konstruksi yang dilaksanakan pada sistem perpipaan sesuai dengan persyaratan Standar ini harus dilakukan menurut spesifikasi konstruksi. Spesifikasi konstruksi harus mencakup semua tahapan kerja dan harus cukup rinci dalam mencakup semua persyaratan standar ini.

**841.22 Ketentuan inspeksi**

**841.221** Perusahaan pengelola harus menyediakan inspeksi yang sesuai. Inspektur harus dikualifikasi baik melalui pengalaman ataupun pelatihan. Inspektur harus memiliki wewenang untuk memerintahkan reparasi atau pemotongan dan penggantian setiap komponen yang ditemukan gagal dalam memenuhi ketentuan Standar ini

**841.222** Ketentuan inspeksi pemasangan untuk pipa penyalur dan fasilitas lain yang beroperasi pada tegangan melingkar 20% dari kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih besar harus mencukupi untuk memungkinkan inspeksi-inspeksi berikut ini dilakukan pada interval frekuensi yang cukup guna menjamin kualitas hasil pemasangan yang baik.

- a) Menginspeksi permukaan pipa untuk mengetahui adanya cacat permukaan yang serius sesaat sebelum operasi pelapisan [lihat butir 841.242(a)].
- b) Menginspeksi permukaan pelapis pipa sewaktu pipa diturunkan ke dalam parit untuk menemukan koyaknya pelapis yang mengindikasikan pipa mungkin telah rusak setelah dilapisi.
- c) Menginspeksi stelan sambungan sebelum lasan dibuat.
- d) Menginspeksi secara *visual stringer beads* sebelum diisikan bead berikutnya.
- e) Menginspeksi lasan jadi sebelum disalut dengan pelapis.
- f) Menginspeksi kondisi dasar parit sesaat sebelum pipa diturunkan ke dalam, kecuali untuk pipa penyalur lepas-pantai,
- g) Menginspeksi pas atau tidaknya letak

**841.1 Design factors are summerized in Table 841.114B**

**841.2 Installation of steel pipelines and mains**

**841.21 Construction specifications.** All construction work performed on piping systems in accordance with the requirements of this Code shall be done under construction specifications. The construction specifications shall cover all phases of the work and shall be in sufficient detail to cover the requirements of this Code.

**841.22 Inspection provisions**

**841.221** The operating company shall provide suitable inspection. Inspectors shall be qualified either by experience or training. The inspector shall have the authority to order the repair or removal and replacement of any component found that fails to meet the standards of this Code.

**841.222** The installation inspection provisions for pipelines and other facilities to operate at hoop stresses of 20% or more of the specified minimum yield strength shall be adequate to make possible at least the following inspections at sufficiently frequent intervals to assure good quality of workmanship.

- a) Inspect the surface of the pipe for serious surface defects just prior to the coating operation [see para. 841.242(a)].
- b) Inspect the surface of the pipe coating as it is lowered into the ditch to find coating lacerations that indicate the pipe might have been damaged after being coated.
- c) Inspect the fitup of the joints before the weld is made.
- d) Visually inspect the stringer beads before subsequent beads are applied:
- e) Inspect the completed welds before they are covered with coating.
- f) Inspect the condition of the ditch bottom just before the pipe is lowered in, except for offshore pipelines,
- g) Inspect the fit of the pipe to the ditch



- pipa dalam parit sebelum pengurukan, kecuali untuk pipa penyalur lepas-pantai,
- h) Menginspeksi semua reparasi, penggantian, atau perubahan yang diminta sebelum pipa dibalut.
  - i) Melaksanakan tes dan inspeksi khusus yang disyaratkan oleh spesifikasi, seperti pengetesan nondestruktif lasan dan pengetesan listrik pelapis protektif.
  - j) Menginspeksi material pengurukan sebelum digunakan dan memperhatikan prosedur pengurukan untuk menjamin tidak terjadi kerusakan pada pelapis waktu proses pengurukan.

**841.23** Tekukan, *elbows*, dan miters pada pipa penyalur dan pipa induk baja. Perubahan arah dapat dilakukan dengan menggunakan *bends*, *elbow*, atau *miters* menurut limitasi seperti di bawah ini.

#### 841.231

- a) Suatu Tekukan harus bebas dari tekukan, retakan, atau tanda-tanda kerusakan mekanis.
- b) Derajat penekukan maksimum pada *field cold bend* dapat ditetapkan dengan salah satu dari dua metode dalam tabel di bawah ini. Kolom pertama menyatakan defleksi maksimum dalam panjang busur sama dengan nominal diameter luar, dan kolom kedua menyatakan radius minimum sebagai fungsi dari nominal diameter luar.

Nominal pipe size	Deflection of longitudinal axis, deg	Minimum radius of bend in pipe diameters [See 841.231(c)]
Smaller than 12	841.231(d)	18D
12	3.2	18D
14	2.7	21D
16	2.4	24D
18	2.1	27D
20 and larger	1.9	30D

- c) *Field cold bend* boleh dibuat dengan radius minimum yang lebih pendek daripada yang diizinkan pada butir (b) di atas, asalkan tekukan yang sudah jadi memenuhi semua persyaratan lainnya dari standar ini, dan tebal dinding setelah petekukan tidak kurang dari tebal minimum yang diizinkan pada butir 841.11. Hal ini boleh didemonstrasikan

before backfilling, except for offshore pipelines,

- h) Inspect all repairs, replacements, or changes ordered before they are covered up.
- i) Perform such special tests and inspections as are required by the specifications, such as nondestructive testing of welds and electrical testing of the protective coating.
- j) Inspect backfill material prior to use and observe backfill procedure to assure no damage occurs to the coating in the process of backfilling.

**841.23** Bends, elbows, and miters in steel pipelines and mains. Changes in direction may be made by the use of bends, elbows, or miters under the limitations noted below.

#### 841.231.

- a) A bend shall be free from buckling, cracks, or other evidence of mechanical damage.
- b) The maximum degree of bending on a field cold bend may be determined by either method in the table below. The first column expresses the maximum deflection in an arc length equal to nominal the outside diameter, and the second column expresses the minimum radius as a function of the nominal outside diameter.

- c) A field cold bend may be made to a shorter minimum radius than permitted in (b) above, provided the completed bend meets all other requirements of this section, and the wall thickness after bending is not less than the minimum permitted by para. 841.11. This may be demonstrated through appropriate testing.



melalui pengetesan yang sesuai.

- d) Untuk pipa yang lebih kecil dari NPS 12, persyaratan pada (a) di atas harus dipenuhi dan ketebalan dinding setelah petekukan tidak boleh kurang dari tebal minimum yang diizinkan menurut butir 841.11. Hal ini dapat didemonstrasikan melalui pengetesan yang sesuai.
- e) Kecuali untuk pipa penyalur lepas-pantai, bila terdapat lasan melingkar dalam tekukan tersebut, harus menjalani pemeriksaan radiografi setelah pelengkungan.
- f) Tekukan panas yang dibuat pada pipa yang dikerjakan-dingin atau pada pipa yang diberi perlakuan panas harus didesain untuk tingkat tegangan lebih rendah sesuai dengan butir 841.112 (b).
- g) Tekukan berkerut hanya dibolehkan pada sistem yang beroperasi kurang dari 30% kuat luluh minimum-spesifikasi. Bila tekukan berkerut dibuat dalam pipa-las maka lasan longitudinal harus ditempatkan pada atau berdekatan dengan sumbu netral dari tekukan. Tekukan yang berkerut dengan lekukan tajam harus tidak diijinkan. Jarak kerutan harus diukur sepanjang tekukan dalam dari pipa, dan jarak dari puncak ke puncak antara kerutan harus melebihi diameter pipa. Pada pipa NPS 16 dan lebih besar, kerutan tersebut harus tidak menghasilkan sudut lebih besar dari  $1\frac{1}{2}$  derajat per kerutan.

**841.232** Tekukan *miter* diizinkan berdasarkan limitasi berikut terpenuhi:

- a) Dalam sistem yang direncanakan beroperasi pada tingkat tegangan melingkar 40% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih besar, tekukan *miter* tidak diizinkan. Defleksi yang disebabkan oleh misalignment sampai sudut 3 derajat tidak dianggap sebagai *miter*.
- b) Dalam sistem yang direncanakan beroperasi pada tingkat tegangan melingkar 10% atau lebih tetapi kurang dari tingkat tegangan melingkar 40% kuat luluh minimum-spesifikasi, sudut defleksi total pada setiap *miter* tidak boleh melebihi  $12\frac{1}{2}$  derajat.
- c) Dalam sistem yang direncanakan

d) For pipe smaller than NPS 12, the requirements of (a) above must be met and the wall thickness after bending shall not be less than the minimum permitted by para. 841.11. This may be demonstrated through appropriate testing.

e) Except for offshore pipelines, when a circumferential weld occurs in a bend section, it shall be subjected to radiography examination after bending.

f) Hot bends made on cold worked or heat treated pipe shall be designed for lower stress levels in accordance with para. 841.112(b).

g) Wrinkle bends shall be permitted only oil systems operating at less than 30% of the specified minimum yield strength. When wrinkle bends are made in welded pipe, the longitudinal weld shall be located on or near to the neutral axis of bend. Wrinkle bends with sharp kinks shall not be permitted. Spacing of wrinkles shall be measured along the crotch of the pipe bend, and peak to peak distance between the wrinkles shall exceed the diameter of the pipe. On pipe NPS 16 and larger, the wrinkle shall not produce an angle of more than  $1\frac{1}{2}$  deg. per wrinkle.

**841.232** Mitered bends are permitted subject to the following limitations are met:

- a) In systems intended to operate at hoop stress level of 40% or more of the specified minimum yield strength, mitered bends are not permitted. Deflections caused by misalignment up to 3 deg. are not considered as miters.
- b) In systems intended to operate at hoop stress level of 10% or more but less than hoop stress levels of 40% of the specified minimum yield strength, the total deflection angle at each miter shall not exceed  $12\frac{1}{2}$  deg.
- c) In systems intended to operate at hoop



beroperasi pada tingkat tegangan melingkar kurang dari 10% kuat luluh minimum-spesifikasi, sudut defleksi total pada setiap *miter* tidak boleh melebihi 90 derajat.

- d) Dalam sistem yang direncanakan beroperasi pada tingkat tegangan melingkar 10% dari kuat luluh minimum-spesifikasi atau lebih besar, jarak minimum antara *miter* yang diukur pada selangking tidak boleh kurang dari satu kali diameter pipa.
- e) Perhatian harus diberikan dalam pembuatan sambungan *miter* dengan cara memberikan spasi dan alignment yang benar dan penetrasi penuh pada lasannya.

**841.233** *Elbow-las* baja *wrought*, buatan pabrik atau segmen melintang yang dipotong dari elbow tersebut boleh digunakan untuk merubah arah, asalkan panjang busurnya yang diukur sepanjang selangkingnya sekurang-kurangnya 1 in. pada ukuran pipa NPS 2 dan lebih besar.

**841.24** Persyaratan permukaan pipa yang berlaku untuk pipa penyalur dan pipa induk yang beroperasi pada tegangan melingkar 20% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih besar. Gouges, alur, dan takik telah diketahui sebagai penyebab utama gagalnya pipa penyalur dan semua cacat ini harus dicegah, dihilangkan, atau direparasi. Tindakan pencegahan harus diambil selama pembuatan, pengangkutan, dan pemasangan pipa untuk mencegah gouging atau pengaturan pipa.

#### **841.241 Pendeteksian gouges dan alur**

- a) Inspeksi lapangan yang ditentukan pada setiap pekerjaan harus cocok untuk mengurangi kemungkinan terpasangnya pipa gouged atau pipa beralur pada pipa penyalur atau pipa induk yang telah jadi sampai batas minimum yang dapat diterima. Inspeksi untuk maksud ini disyaratkan sesaat sebelum operasi pelapisan dan selama operasi penurunan dan pengurukan pipa.
- b) Bila pipa dilapisi, inspeksi harus dilakukan untuk memastikan bahwa mesin pelapis tidak mengakibatkan gouge atau alur

stress levels of less than 10% of the specified minimum yield strength, the total deflection angle at each miter shall not exceed 90 deg.

- d) In systems intended to operate at hoop stress levels of 10% or more of the specified minimum yield strength, the minimum distance between miters measured at the crotch shall not be less than one pipe diameter.
- e) Care shall be taken in making mitered joints to provide proper spacing and alignment and full penetration.

**841.233** Factory-made, wrought-steel welding elbows or transverse segments cut therefrom may be used for changes in direction, provided that the arc length measured along the crotch is at least 1 in. on pipe sizes NPS 2 and larger.

**841.24** Pipe surface requirements applicable to pipelines and mains to operate at a hoop stress of 20% or more of the specified minimum yield strength. Gouges, grooves, and notches have been found to be an important cause of pipeline failures and all harmful defects of this nature must be prevented, eliminated or repaired. Precautions shall be taken during manufacture, hauling, and installation to prevent the gouging or grooving of pipe.

#### **841.241 Detection of gouges and grooves**

- a) The field inspection provided on each job shall be suitable to reduce to an acceptable minimum the chances that gouged or grooved pipe will get into the finished pipeline or main. Inspection for this purpose just ahead of the coating operation and during the lowering-in and backfill operation is required.
- b) When pipe is coated, inspection shall be made to determine that the coating machine does not cause harmful gouges



- yang merusak.
- c) Sobeknya pelapis pelindung harus diperiksa dengan teliti sebelum mereparasi pelapis untuk melihat apakah permukaan pipa telah rusak.

#### 841.242 Reparasi *gouges* atau alur di lapangan

- a) *Gouges* atau alur yang merusak harus dihilangkan.
- b) *Gouges* atau alur boleh dihilangkan dengan penggerindaan sampai konturnya halus, asalkan tebal dinding yang dihasilkan tidak kurang dari minimum yang ditentukan oleh standar ini untuk kondisi penggunaan [lihat 841.113 (c)].
- c) Bila kondisi yang diuraikan dalam butir 841.242(b) tidak dapat dipenuhi, porsi pipa yang rusak harus dipotong sebagai suatu silinder dan diganti dengan potongan pipa yang baik. Tambalan sisip tidak diizinkan

#### 841.243 Penyok

- a) Penyok dapat didefinisikan sebagai depresi yang menghasilkan gangguan yang mencolok pada kurvatur dinding pipa (bertentangan dengan *gouge* dan alur, yang mengurangi tebal dinding pipa). Kedalaman penyokan harus diukur sebagai gap antara titik terendah penyokan dan perpanjangan ' kontur awal pipa ke segala arah.
- b) Penyokan, seperti didefinisikan dalam butir 841.243(a), yang mengandung konsentrator tegangan seperti goresan atau *gouge*, alur, atau goresan busur harus dihilangkan dengan memotong porsi pipa yang rusak sebagai satu silinder.
- c) Semua penyokan yang mempengaruhi kurvatur pipa pada lasan longitudinal atau lasan melingkarnya harus dihilangkan. Semua penyokan yang melebihi kedalaman maksimum  $\frac{1}{4}$  in pada pipa NPS 12 dan lebih kecil atau 2% diameter nominal pipa pada pipa yang lebih besar dari NPS 12 harus tidak diizinkan dalam pipa penyalur atau pipa induk yang direncanakan beroperasi pada tingkat tegangan melingkar 40% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih besar. Bila penyokan dihilangkan, porsi pipa

or grooves.

- c) Lacerations of the protective coating shall be carefully examined prior to the repair of the coating to see if the pipe surface has been damaged.

#### 841.242 Field repair of *gouges* and grooves

- a) Injurious *gouges* or grooves shall be removed.
- b) *Gouges* or grooves may be removed by grinding to a smooth contour, provided that the resulting wall thickness is not less than the minimum prescribed by this Code for the conditions of usage [see para. 841.113(b)].
- c) When the conditions outlined in para. 841.242(b) cannot be met, the damaged portion of pipe shall be cut out as a cylinder and replaced with a good piece. Insert patching is prohibited.

#### 841.243 Dents

- a) A dent may be defined as a depression which produces a gross disturbance in the curvature of the pipe wall (as opposed to a scratch or *gouge*, which reduces the pipe wall thickness). The depth of a dent shall be measured as the gap between the lowest point of the dent and a prolongation of the original contour of the pipe in any direction.
- b) A dent, as defined in para. 841.243(a), which contains a stress concentrator such as a scratch, *gouge*, groove, or arc burn shall be removed by cutting out the damaged portion of the pipe as a cylinder.
- c) All dents which affect the curvature of the pipe at the longitudinal weld or any circumferential weld shall be removed. All dents which exceed a maximum depth of  $\frac{1}{4}$  in. in pipe NPS 12 and smaller or 2% of the nominal pipe diameter in all pipe greater than NPS 12 shall not be permitted in pipelines or mains intended to operate at hoop stress levels of 40% or more of the specified minimum yield strength. When dents are removed, the damaged portion of the pipe shall be cut out as a cylinder. Insert patching and



yang rusak harus dipotong sebagai suatu silinder. Tambalan sisip tidak diizinkan.

#### 841.244 Takikan

- a) Takikan pada permukaan pipa dapat disebabkan karena kerusakan mekanikal di pabrik pembuat, transportasi, penanganan, atau instalasi, dan jika ditentukan sebagai sebab mekanikal, harus diperlakukan sama dengan *gouges* dan *alur* pada para 841.241.
- b) Konsentrasi stress yang dapat atau tidak dapat melibatkan takikan geometri dapat juga dibentuk oleh proses yang melibatkan energi termal yang mana permukaan pipa dipanaskan dengan cukup untuk mengubah sifat-sifat metalurgi atau mekanikal. Ketidaksempurnaan ini adalah bentuk "takikan metalurgi". Contoh termasuk nyala busur yang dihasilkan oleh ketidaksengajaan kontak dengan elektroda pengelasan atau nyala penggerindaan yang dihasilkan karena kekuatan yang berlebihan pada roda penggerinda. Takikan metalurgi dapat menghasilkan konsentrasi stress yang sangat dahsyat daripada takikan mekanikal dan harus dihindari atau dihilangkan pada seluruh jalur pipa yang dimaksudkan untuk beroperasi pada tingkat tegangan melingkar 20 % atau lebih dari kekuatan yield minimum yang dispesifikasikan.

#### 841.245 Menghilangkan goresan busur.

Takikan metalurgis yang diakibatkan goresan busur harus dihilangkan dengan penggerindaan, asalkan tebal dinding setelah penggerindaan tidak kurang dari tebal minimum yang ditentukan oleh Standar ini untuk kondisi penggunaan<sup>1</sup>. Dalam kasus lainnya, reparasi dilarang dan porsi pipa yang mengandung goresan busur harus dipotong sebagai suatu silinder dan diganti dengan potongan pipa yang bali. Tambalan sisip dilarang. Harus diperhatikan dalam pelaksanaannya supaya panas penggerindaan tidak menghasilkan takik metalurgis.

<sup>1</sup> Penghilangan menyeluruh dari takikan metalurgis yang terbentuk dari goresan busur dapat ditentukan sebagai berikut: Setelah tanda-

pounding out of the dents is prohibited.

#### 841.244 Notches.

- a) Notches on the pipe surface can be caused by mechanical damage in manufacture, transportation, handling, or installation, and when determined to be mechanically caused, shall be treated the same as gouges and grooves in para. 841.241.
- b) Stress concentrations that may or may not involve a geometrical notch may also be created by a process involving thermal energy in which the pipe surface is heated sufficiently to change its mechanical or metallurgical properties. These imperfections are termed "metallurgical notches". Examples include an arc burn produced by accidental contact with a welding electrode or a grinding burn produced by excessive force on a grinding wheel. Metallurgical notches may result in even more severe stress concentrations than a mechanical notch and shall be prevented or eliminated in all pipelines intended to operate at hoop stress level of 20% or more of the specified minimum yield strength.

**841.245 Elimination of arc burns.** The metallurgical notch caused by arc burns shall be removed by grinding, provided the grinding does not reduce the remaining wall thickness to less than the minimum prescribed by this Code for the conditions of use<sup>1</sup>. In all other cases, repair is prohibited and the portion of pipe containing the arc burn must be cut out as a cylinder and replaced with a good piece. Insert patching is prohibited. Care shall be exercised that the heat of grinding does not produce a metallurgical notch.

<sup>1</sup> Complete removal of the metallurgical notch created by an arc burn can be determined as follows: After visible evidence of the arc burn has



tanda terlihat atau goresan busur sudah dihilangkan dengan gerinda, bersihkan area bekas gerinda dengan larutan ammonium sulfat 20%. Titik gelap adalah tanda-tanda takikan metalurgis dan mengindikasikan diperlukan tambahan penggerindaan.

**841.25** Ragam operasi yang terlibat dalam pemasangan pipa penyalur dan pipa induk baja.

**841.251 Penanganan, pengangkutan, dan pengeceran.** Harus hati-hati dalam menseleksi peralatan untuk penanganan dan dalam penanganan, pengangkutan, pembongkaran, dan penempatan pipa sehingga tidak merusak pipa.

**941.252 Pemasangan pipa dalam parit.** Pada pipa penyalur yang beroperasi pada tingkat tegangan melingkar 20% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih besar, adalah penting bahwa tegangan yang dipaksakan dalam pipa penyalur akibat konstruksi diminimumkan. Kecuali untuk pipa penyalur lepas-pantai, pipa harus dipasang dengan tepat dalam parit tanpa menggunakan gaya luar untuk menahan pipa di tempatnya sampai pengurukan selesai. Sewaktu pipa yang telah dilas sepanjang pinggir parit diturunkan ke dalam parit, pelaksanaannya harus hati-hati agar tidak menyentak pipa atau memaksakan regangan apapun yang dapat menyebabkan kekakuan atau menimbulkan tekukan permanen pada pipa. *Slack loops* tidak dilarang oleh paragraf ini apabila kondisi penggelaran pipa menyarankan hal tersebut.

#### **841.253 Pengurukan**

- a) Pengurukan harus dilaksanakan dengan cara sedemikian rupa sehingga memberikan penyanggaan yang kokoh di bawah pipa.
- b) Bila terdapat banyak batu karang besar pada bahan urukan, maka harus diupayakan untuk mencegah rusaknya pelapis akibat bahan urukan yang demikian seperti penggunaan bahan pelindung batu karang, atau dengan melakukan pengisian awal dengan bahan tanpa batu karang secukupnya untuk mencegah kerusakan akibat batu karang.

been removed by grinding, swab the ground area with a 20% solution of ammonium persulfate. A blackened spot is evidence of a metallurgical notch and indicates that additional grinding is necessary.

**841.25** Miscellaneous operations involved in the installation of steel pipelines and mains

**841.251 Handling, hauling, and stringing.** Care shall be taken in the selection of the handling equipment and in handling, hauling, unloading, and placing the pipe so as not to damage the pipe.

**841.252 Installation of pipe in the ditch.** On pipelines operating at hoop stress level of 20% or more of the specified minimum yield strength, it is important that stresses imposed on pipeline by construction be minimized. Except for offshore pipelines, the pipe shall fit the ditch without the use of external force to hold it in place until the backfill is completed. When long sections of pipe that have been welded alongside the ditch are lowered in, care shall be exercised so as not to jerk the pipe or impose any strains that may kink or put a permanent bend in the pipe. Slack loops are not prohibited by this paragraph where laying conditions render their use advisable.

#### **841.253 Backfilling**

- a) Backfilling shall be performed in a manner to provide firm support under the pipe.
- b) If there are large rocks in the material to be used for backfill, care shall be used to prevent damage to the coating by such means as the use of rock shield material, or by making the initial fill with rock-free material sufficient to prevent damage.



c) Bilamana parit siap untuk diuruk, pelaksanaannya harus hati-hati untuk menjaga agar pipa tidak terapung di atas dudukan tetapnya pada dasar parit .

**841.26 Hot taps.** Semua *hot tap* harus dipasang oleh personil yang terlatih dan berpengalaman.

**841.27** Tindakan pencegahan untuk menghindarkan ledakan campuran gas-udara atau kebakaran tak terkendali selama pekerjaan konstruksi.

**841.271** Pekerjaan seperti pengelasan listrik atau gas dan pemotongan dengan cutting torches dapat dengan aman dilaksanakan pada pipa penyalur dan pipa pipa induk serta peralatan bantu, asalkan pipa penyalur, pipa induk, dan peralatan ini berisi penuh gas atau udara yang bebas dari bahan mudah-terbakar. Langkahlangkah harus diambil untuk mencegah tercampurnya gas dan udara di tempat pekerjaan tersebut dilaksanakan.

**841.272** Bila pipa penyalur atau pipa induk tetap dipenuhi dengan gas selama pekerjaan pengelasan atau pemotongan, prosedur berikut direkomendasikan :

- Menjaga aliran gas yang menuju ke tempat pemotongan atau pengelasan sedang dilakukan sekecil mungkin.
- Kendalikan tekanan gas di tempat kerja dengan alat yang sesuai
- Setelah pemotongan dilakukan, segera menutup semua lubang, celah atau ujung yang terbuka dengan plester, kain penyumbat atau bahan lain yang sesuai.
- Tidak dibolehkan terdapat dua bukaan yang tidak tertutup pada waktu yang sama. Hal ini amat penting jika dua bukaan berada pada ketinggian berbeda.

**841.273** Pengelasan, pemotongan, atau pekerjaan lain yang dapat menjadi sumber nyala tidak boleh dilakukan pada pipa penyalur, pipa induk atau aparatus bantu yang berisi udara, jika pipa penyalur, pipa induk, dan peralatan tersebut dihubungkan pada suatu sumber gas, kecuali jika telah disediakan cara atau sarana untuk mencegah terbentuknya campuran eksplosif dalam daerah kerja.

c) Where the trench is done to consolidate the backfill, care shall be exercised to see that the pipe is not floated from its firm bearing on the trench bottom.

**841.26 Hot taps.** All hot taps shall be installed by trained and experienced crews.

**841.27** Precautions to avoid explosions of gas-air mixtures or uncontrolled fires during construction operations

**841.271** Operations such as gas or electric welding and cutting with cutting torches can be safely performed on pipelines and mains and auxiliary equipment, provided that they are completely full of gas or of air that is free from combustible material. Steps shall be taken to prevent a mixture of gas and air at all points where such operations are to be performed.

**841.272** When a pipeline or main can be kept full of gas during a welding or cutting operation, the following procedures are recommended.

- Keep a slight flow of gas moving toward the point where cutting or welding is being done.
- Control the gas pressure at the site of the work by suitable means.
- After a cut is made, immediately close all slots or open ends with tape, tightly fitted canvas, or other suitable materials.
- Do not permit two openings to remain uncovered at the same time. This is doubly important if the two openings are at different elevations.

**841.273** Welding, cutting, or other operations that could be a source of ignition shall not be done on a pipeline, main, or auxiliary apparatus that contains air, if it is connected to a source of gas, unless a suitable means has been provided to prevent the formation of an explosive mixture in the work area.



**841.274** Dalam situasi di mana pengelasan atau pemotongan harus dilakukan pada fasilitas yang berisi udara dan berhubungan dengan suatu sumber gas, dan tindakan pencegahan yang direkomendasikan tidak dapat dilakukan, maka salah satu atau lebih tindakan pencegahan berikut, tergantung pada lingkungan tempat kerja, disarankan:

- a) membilas pipa atau peralatan di mana pengelasan atau pemotongan akan dilakukan dengan gas inert atau membilas secara kontinu dengan udara sedemikian rupa sehingga campuran mudah-terbakar tidak terbentuk dalam pipa atau peralatan pada daerah kerja;
- b) mengetes atmosfer di sekitar daerah yang akan dipanaskan sebelum pekerjaan dimulai dan pada setiap interval sesuai dengan progres pekerjaan dengan alat indikator gas atau dengan alat yang sesuai;
- c) memeriksa dengan hati-hati sebelum dan selama kerja bahwasanya katup yang memisahkan pekerjaan dari sumber gas tidak bocor.

**841.275 Pembilasan pipa penyalur dan pipa induk**

- a) Apabila pipa penyalur atau pipa induk akan dioperasikan, udara di dalam pipa harus dikeluarkan. Berikut ini adalah beberapa metoda yang dapat diterima.
  - 1) Memasukkan aliran gas secara kontinu ke dalam salah satu ujung saluran dengan kecepatan sedang dan membuang udara tersebut ke luar dari ujung lainnya. Aliran gas harus kontinu tanpa terhenti sampai gas yang dibuang bebas dari udara.
  - 2) Jika *vent* berada dalam lokasi di mana pelepasan gas ke atmosfer dapat menimbulkan kondisi yang berbahaya, maka sejumlah gas inert harus dimasukkan antara gas dan udara. Aliran gas tidak boleh terhenti sampai udara dan gas inert telah dikeluarkan dari peralatan. Gas yang dibuang harus dimonitor dan vent ditutup sebelum sejumlah besar gas yang mudah terbakar terlepas ke atmosfer.

**841.274** In situations where welding or cutting must be done on facilities which are filled with air and connected to a source of gas, and the precautions recommended above cannot be taken, one or more of the following precautions, depending upon circumstances at the job, are suggested:

- a) purging of the pipe or equipment upon which welding or cutting is to be done with an inert gas or continuous purging with air in such a manner that a combustible mixture does not form in the facility at the work area;
- b) testing of the atmosphere in the vicinity of the zone to be heated before the work is started and at intervals as the work progresses with a combustible gas indicator or by other suitable means;
- c) careful verification before and during the work that the valves that isolate the work from a source of gas do not leak.

**841.275 Purging of pipelines and mains**

- a) When a pipeline or main is to be placed in service, the air in it shall be displaced. The following are some acceptable methods.
  - 1) Introduce a moderately rapid and continuous flow of gas into one end of the line and vent the air out the other end. The gas flow shall be continued without interruption until the vented gas is free of air.
  - 2) If the vent is in a location where the release of gas into the atmosphere may cause a hazardous condition, then a slug of inert gas shall be introduced between the gas and air. The gas flow shall then be continued without interruption until all of the air and inert gas have been removed from the facility. The vented gases shall be monitored and the vent closed before any substantial quantity of combustible gas is released to the atmosphere.



- b) Dalam hal gas dalam pipa penyalur atau pipa induk akan diganti dengan udara dan laju aliran di mana udara yang dapat disuplai ke saluran terlalu sedikit untuk menjadikan prosedur yang serupa, tetapi kebalikan dari, prosedur yang diuraikan dalam butir (a) di atas memungkinkan, maka sejumlah gas mulia harus dimasukkan untuk mencegah terbentuknya suatu campuran eksplosif pada *interface* antara gas dan udara. Nitrogen atau karbon dioksida dapat digunakan untuk maksud ini.
- c) Jika pipa penyalur atau pipa induk yang berisi gas akan dipotong, pekerjaan ini dapat dilaksanakan sesuai dengan ketentuan butir 841.272, atau saluran pertama diputuskan hubungannya dengan semua sumber gas dan kemudian dibilas sepenuhnya dengan udara, air, atau gas mulia sebelum pemotongan atau pengelasan selanjutnya dilaksanakan.
- d) Jika pipa penyalur, pipa induk, atau peralatan bantu akan diisi dengan udara setelah digunakan dalam servis dan ada kemungkinan bahwa permukaan bagian dalam fasilitas tersebut basah oleh uap mudah-menyala, atau cairan tersebut mungkin telah terakumulasi di tempat yang rendah, maka prosedur pembilasan yang didesain untuk mengatasi situasi ini harus digunakan. Dianjurkan untuk membersihkan fasilitas dengan uap air sampai semua cairan mudah-menyala telah diuapkan dan ditiup keluar. Alternatif anjuran, penuhi fasilitas dan jaga tetap penuh dengan gas mulia selama berlangsungnya pekerjaan yang mungkin dapat menyalakan campuran eksplosif dalam fasilitas. Kemungkinan sambaran bunga api listrik statik dalam fasilitas tidak boleh diabaikan sebagai suatu kemungkinan sumber nyala.
- b) In cases where gas in a pipeline or main is to be displaced with air and the rate at which air can be supplied to the line is too small to make a procedure similar to, but the reverse of, that described in (a) above feasible, a slug of inert gas should be introduced to prevent the formation of an explosive mixture at the interface between gas and air. Nitrogen or carbon dioxide can be used for this purpose.
- c) If a pipeline or main containing gas is to be removed, the operation may be carried out in accordance with para. 841.272, or the line may be first disconnected from all sources of gas and then thoroughly purged with air, water, or inert gas before any further cutting or welding is done.
- d) If a gas pipeline, main, or auxiliary equipment is to be filled with air after having been in service and there is a reasonable possibility that the inside surfaces of the facility are wetted with volatile inflammable liquid, or if such liquids might have accumulated in low places, purging procedures designed to meet this situation shall be used. Steaming of the facility until all combustible liquids have been evaporated and swept out is recommended. Filling of the facility with an inert gas and keeping it full of such gas during the progress of any work that might ignite an explosive mixture in the facility is an alternative recommendation. The possibility of striking static sparks within the facility must not be overlooked as a possible source of ignition.

**841.276** Bilamana penyalaan tak-disengaja dalam udara terbuka yang mengandung campuran gas-udara akan menyebabkan korban kecelakaan, atau kerusakan properti, tindakan pencegahan harus dilakukan, misalnya:

- a) melarang merokok dan menyalakan sesuatu dalam daerah tersebut;
- b) memasang *metallic bond* di sekitar lokasi pemotongan dalam pipa gas yang akan

**841.276** Whenever the accidental ignition in the open air of gas-air mixture might be likely to cause personal injury or property damage, precautions shall be taken, for example:

- a) prohibit smoking and open flames in the area;
- b) install a metallic bond around the location of cuts in gas pipes to be made by other



- dilakukan dengan alat lain selain dari *cutting torch*;
- c) mengambil tindakan sebelumnya untuk mencegah timbulnya bunga api listrik statik; dan
  - d) menyediakan alat pemadam api dengan ukuran dan tipe yang sesuai dengan ANSI/NFPA 10.

### 841.3 Pengujian setelah konstruksi

**841.31 Ketentuan umum.** Semua pipa penyalur, pipa induk, dan pipa servis harus dites setelah konstruksi sesuai persyaratan Standar ini kecuali untuk bagian rakitan pabrikasi yang di-prauji, bagian *tie-in* yang di-prauji, dan koneksi *tie-in*. Lasan melingkar dari koneksi *tie-in* yang dilas yang tidak dites tekanan setelah konstruksi harus diinspeksi dengan metode radiografik atau dengan metode non-destruktif lain sesuai dengan butir 826.2. Koneksi *tie-in* tidak-dilas yang tidak diuji tekanan setelah konstruksi harus dites kebocoran pada tidak kurang dari tekanan yang ada bila *tie-in* dioperasikan.

means than cutting torches;

- c) take precautions to prevent static electricity sparks
- d) provide a fire extinguisher of appropriate size and type, in accordance with ANSI/NFPA 10.

### 841.3 Testing after construction

**841.31 General provisions.** All piping systems shall be tested after construction to the requirements of this Code except for pretested fabricated assemblies, pretested tie-in sections, and tie-in connections. The circumferential welds of welded tie-in connections not pressure tested after construction shall be inspected by radiographic or other accepted nondestructive methods in accordance with para. 826.2. Nonwelded tie-in connections not pressure tested after construction shall be leak tested at not less than the pressure available when the tie-in is placed into service.



**Table 841.322(f) Test requirements for pipelines and mains to operate at hoop stresses of 30% or more of the specified minimum yield strength of the pipe**

1	2	3	4	5
Location class	Permissible test fluid	Pressure test prescribed		Operating pressure the lesser of
		Minimum	Maximum	
1 Division 1	Water	1.25 x m.o.p.	None	t.p. ÷ 1.25
1 Division 2	Water	1.1 x m.o.p.	None	t.p. ÷ 1.1
	Air	1.1 x m.o.p.	1.1 x d.p.	or d.p.
	Gas	1.1 x m.o.p.	1.1 x d.p.	
2	Water	1.25 x m.o.p.	None	t.p. ÷ 1.25
	Air	1.25 x m.o.p.	1.25 x d.p.	or d.p.
3 & 4 (Note (1))	Water	1.40 x m.o.p.	None or d.p.	t.p. ÷ 1.25 or d.p.

m.o.p. = maximum operating pressure (not necessarily the maximum allowable operating pressure)

d.p. = design pressure

t.p. = test pressure

#### GENERAL NOTE

This Table brings out the relationship between test pressures and maximum allowable operating pressure subsequent to test. If an operating company decides that the maximum operating pressure will be less than the design pressure, a corresponding reduction in prescribed test pressure may be made as indicated in the pressure test prescribed, minimum, column. However, if this reduced test pressure is used, the maximum operating pressure cannot later be raised to the design pressure without retesting the line to the test pressure prescribed in the pressure test prescribed, maximum, column. See paras. 805.214, 845.213, and 845.214.

#### NOTE

(1) For exceptions, see para. 841.322(d).

**841.32** Tes yang disyaratkan untuk membuktikan kekuatan pipa penyalur dan pipa induk yang beroperasi pada regangan melingkar 30% kuat luluh minimum spesifikasi pipa atau lebih besar.

**841.321** Semua pipa penyalur dan pipa induk yang akan dioperasikan pada tegangan melingkar 30% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih besar harus dites sekurang-kurangnya 2 jam untuk membuktikan kekuatan setelah konstruksi dan sebelum dioperasikan.

#### 841.322 Lokasi kelas 1-4

a) Pipa penyalur dan pipa induk yang ditempatkan pada lokasi Kelas I Divisi 1 harus dites secara hidrostatik pada

**841.32** Test required to prove strength of pipelines and mains to operate at hoop stresses of 30% or more of the specified minimum yield strength of the pipe.

**841.321** All pipelines and mains to be operated at a hoop stress of 30% or more of the specified minimum yield strength of the pipe shall be given a test for at least 2 hr to prove strength after construction and before being placed in operation.

#### 841.322 Location classes 1-4

a) Pipelines located in Location Class I Division I shall be tested hydrostatically to 1.25 times design pressure if the



- tekanan 1,25 kali tekanan desain jika tekanan operasi maksimum dihasilkan pada tingkat tegangan melingkar lebih besar dari 72% SMYS (lihat butir 841.36)
- b) Pipa penyalur yang ditempatkan dalam lokasi kelas 1 Divisi 2 harus dites dengan udara atau gas sampai tekanan 1,1 kali tekanan operasi maksimum atau secara hidrostatik sampai tekanan sekurang-kurangnya 1,1 kali tekanan operasi maksimum jika tekanan operasi maksimum menghasilkan tingkat tegangan melingkar 72%SMYS atau kurang (lihat butir 841.36).
- c) Pipa penyalur dan pipa induk dalam lokasi kelas 2 harus dites dengan udara sampai 1.25 kali tekanan operasi maksimum atau secara hidrostatik sampai sekurang-kurangnya 1,25 kali tekanan operasi maksimum (lihat butir 841.36).
- d) Pipa penyalur dan pipa induk dalam lokasi Kelas 3 dan 4 harus dites secara hidrostatik sampai tekanan sekurang-kurangnya 1,4 kali tekanan operasi maksimum. Persyaratan ini tidak berlaku jika, pada waktu pipa penyalur atau pipa induk pertama kali siap untuk pengetesan, terdapat salah satu atau kedua kondisi berikut:
- 1) suhu bumi pada kedalaman pipa 32°F atau kurang, atau mungkin turun sampai ke suhu tersebut sebelum tes hidrostatik dapat diselesaikan; atau
  - 2) air dengan mutu yang memuaskan tidak tersedia dalam jumlah yang cukup. Dalam hal seperti ini harus diadakan tes udara 1,1 kali tekanan operasi maksimum dan imitasi tekanan operasi menurut Tabel 841.322(f) tidak berlaku.
- e) Persyaratan tes yang diberikan butir 841.322 (a), (b), (c), dan (d) diringkas dalam Tabel 841.322 (e) (lihat juga butir 816).
- f) Dalam memilih tingkatan tes, pendesain atau perusahaan pengelola harus sadar pada ketentuan butir 854 dan hubungan antara tekanan tes dan tekanan operasi bila pipa penyalur kemudian hari mengalami peningkatan jumlah bangunan untuk hunian manusia.
- maximum operating pressure produces a hoop stress level greater than 72% SMYS (see para. 841.36).
- b) Pipelines located in location class 1 Division 2 shall be tested either with air or gas to 1.1 times the maximum operating pressure or hydrostatically to at least 1.1 times the maximum operating pressure if the maximum operating pressure produces a hoop stress level of 72% SMYS or less (see para. 841.36).
- c) Pipelines and mains in location class 2 shall be tested either with air to 1.25 times the maximum operating pressure or hydrostatically to at least 1.25 times the maximum operating pressure (see para. 841.36).
- d) Pipelines and mains in Location Class 3 and 4 shall be tested hydrostatically to a pressure not less than 1.4 times the maximum operating pressure. This requirement does not apply if, at the time the pipeline or main is first ready for test, one or both of the following conditions exist:
- 1) the ground temperature at pipe depth is 32°F or less, or might fall to that temperature before the hydrostatic test could be completed; or
  - 2) water of satisfactory quality is not available in sufficient quantity. In such cases an air test to 1.1 times the maximum operating pressure shall be made, and the limitations on operating pressure imposed by Table 841.322(f) do not apply.
- e) The test requirement given in paras. 841.322(a), (b), (c), and (d) are summarized in Table 841.322(f) (see also para. 816).
- f) In selecting the test level, the designer or operating company should be aware of the provisions of para. 854 and the relationship between test pressure and operating pressure when the pipeline experiences a future increase in the number of dwellings intended for human occupancy.



**841.323** Meskipun ada ketentuan lain pada standar ini, pipa penyalur dan pipa induk yang melintasi jalan raya dan jalan kereta api boleh dites pada masing-masing kondisi dengan cara yang sama dan sampai tekanan yang sama seperti pipa penyalur pada sebelah menyebelah pelintasan tersebut.

**841.324** Meskipun ada ketentuan lain pada Standar ini, rakitan yang dipabrikasi, termasuk rakitan katup saluran utama, koneksi silang, *header* yang melintasi sungai, dan sebagainya, yang dipasang pada pipa penyalur pada lokasi Kelas 1 dan didesain sesuai dengan desain 0,60 seperti yang disyaratkan dalam butir 841.121, boleh dites seperti yang disyaratkan untuk lokasi Kelas 1.

**841.325** Meskipun ada pembatasan atas pengetesan udara yang ditetapkan oleh butir 841.322(d), pengetesan udara dapat digunakan dalam lokasi Kelas 3 dan lokasi Kelas 4, asalkan semua kondisi berikut berlaku:

- a) tegangan melingkar maksimum selama tes kurang dari 50% dari kuat luluh minimum spesifikasi dalam lokasi Kelas 3, dan kurang dari 40% dari kuat luluh minimum spesifikasi dalam lokasi Kelas 4;
- b) tekanan maksimum pada pipa penyalur atau pipa induk yang akan dioperasikan tidak melebihi 80% tekanan tes lapangan maksimum yang digunakan;
- c) pipa yang digunakan adalah pipa baru dengan faktor sambungan longitudinal E dalam Tabel 841.115A dari 1,00.

**841.326** Rekaman. Untuk kegunaan umur pipa penyalur dan pipa induk, perusahaan pengelola harus menyimpan dalam arsipnya rekaman yang menunjukkan prosedur yang digunakan dan data yang dikembangkan dalam menetapkan tekanan operasi boleh-maksimum.

**841.33** Uji yang disyaratkan untuk membuktikan kekuatan pipa penyalur dan pipa induk yang beroperasi pada tingkat tegangan melingkar kurang dari 30%

**841.323** Other provisions of this Code notwithstanding, pipelines and mains crossing highways and railroads may be tested in each case in the same manner and to the same pressure as the pipeline on each side of the crossing.

**841.324** Other provisions of this Code notwithstanding, fabricated assemblies, including main line valve assemblies, cross connections, river crossing headers, etc., installed in pipelines in Location Class 1 and designed in accordance with a design factor of 0.60 as required in para. 841.121, may be tested as required for Location Class 1.

**841.325** Notwithstanding the limitations on air testing imposed on para. 841.322(d), air testing may be used in Location Class 3 and Location Class 4, provided that all of the following conditions apply:

- a) the maximum hoop stress during test is less than 50% of the specified minimum yield strength in Location Class 3, and less than 40% of the specified minimum yield strength in Location Class 4;
- b) the maximum pressure at which the pipeline or main is to be operated does not exceed 80% of the maximum field test pressure used;
- c) the pipe involved is new pipe having a longitudinal joint factor E in Table 841.115A of 1.00.

**841.326** Records. The operating company shall maintain, in its file for the useful life of each pipeline and main, records showing the procedures used and the data developed in establishing its maximum allowable operating pressure.

**841.33** Tests required to prove strength for pipelines and mains to operate at Hoop Stress levels of less than 30% of the specified minimum yield strength of the pipe,



kuat luluh minimum spesifikasi pipa, tetapi melebihi 100 psi. Perpipaian baja yang beroperasi pada tingkat tegangan melingkar kurang daripada 30% kuat luluh minimum spesifikasi dalam lokasi Kelas 1 harus sekurang-kurangnya diuji sesuai dengan butir 841.34. Dalam lokasi Kelas 2, 3, dan 4 pipa termaksud harus dites sesuai dengan Tabel 841.322 (f), kecuali gas atau udara dapat digunakan sebagai medium uji di dalam batasan maksimum yang ditentukan dalam Tabel 841.33.

but in excess of 100 psi. Steel piping that is to operate at Hoop stress levels less than 30% of the specified minimum yield strength in Class I Locations shall at least be tested in accordance with 841.34. In Class 2, 3, and 4 Locations, such piping shall be tested in accordance with Table 841.322(f), except that gas or air may be used as the test medium within the maximum limits set in Table 841.33.

**Table 841.33 Maximum hoop stress permissible during test**

Test medium	Class location, % of specified minimum yield strength		
	2	3	4
Air	75	50	40
Gas	30	30	30

**841.34 Uji kebocoran untuk pipa penyalur atau pipa induk yang beroperasi pada tekanan 100 psi atau lebih besar**

**841.341** Setiap pipa penyalur dan pipa induk harus dites setelah konstruksi dan sebelum dioperasikan untuk membuktikan bahwa pipa penyalur dan pipa induk itu tidak bocor. Jika tes menunjukkan bahwa ada bocoran, maka bocoran harus dilokalisasi dan dihilangkan, kecuali jika dapat dipastikan bahwa tidak akan terjadi bahaya yang tak semestinya pada keselamatan penduduk.

**841.342** Prosedur tes yang digunakan harus mampu menemukan semua bocoran pada bagian yang sedang dites dan harus diseleksi setelah memberikan pertimbangan yang seksama pada isi volumetrik dari bagian tersebut dan pada lokasinya. Hal ini lebih memerlukan pertanggung jawaban dan keputusan yang didasarkan pengalaman, daripada ketepatan yang didasarkan angka.

**841.343** Dalam semua kondisi apabila suatu saluran akan ditegangkan dalam suatu tes pembuktian kekuatan sampai tingkat tegangan melingkar 20% kuat luluh minimum spesifikasi pipa atau lebih besar, dan gas atau udara adalah medium tesnya, maka tes bocor harus dilakukan pada suatu tekanan yang berkisar antara 100 psi sampai dengan

**841.34 Leak tests for pipelines or mains to operate at 100 psi or more**

**841.341** Each pipeline and main shall be tested after construction and before being placed in operation to demonstrate that it does not leak. If the test indicates that a leak exists, the leak or leaks shall be located and eliminated, unless it can be determined that no undue hazard to public safety exists.

**841.342** The test procedure used shall be capable of disclosing all leaks in the section being tested and shall be selected after giving due consideration to the volumetric content of the section and to its location. This requires the exercise of responsible and experienced judgment, rather than numerical precision.

**841.343** In all cases where a line is to be stressed in a strength proof test to hoop stress level of 20% or more of the specified minimum yield strength of the pipe, and gas or air is the test medium, a leak test shall be made at a pressure in the range from 100 psi to that required to produce a hoop stress of 20% of the minimum specified yield, or the



tekanan yang diperlukan untuk menghasilkan tegangan melingkar 20% kuat luluh minimum spesifikasi, atau saluran harus dijalani ketika tegangan melingkar ditahan pada tekanan kurang lebih 20% kuat luluh minimum spesifikasi.

**841.35** Tes bocor untuk pipa penyalur dan pipa induk yang beroperasi pada tekanan kurang dari 100 psi.

**841.351** Setiap pipa penyalur, pipa induk, dan peralatan yang terkait yang akan beroperasi pada tekanan kurang dari 100 psi harus dites setelah konstruksi dan sebelum dioperasikan untuk membuktikan bahwa pipa tersebut tidak bocor.

**841.352** Gas pada tekanan maksimum yang tersedia dalam sistem distribusi boleh digunakan sebagai medium tes. Dalam hal ini tes-gelembung sabun boleh digunakan untuk menentukan letak bocoran jika semua sambungan dapat dicapai atau dilihat selama tes.

**841.353** Pengetesan pada tekanan sistem distribusi yang tersedia seperti yang ditentukan butir 841.352 mungkin tidak mencukupi jika digunakan pelapis protektif yang kuat yang akan mensil atau menutup seam pipa yang terbuka. Jika pelapis demikian digunakan, maka tekanan tes bocor harus 100 psi.

**841.36 Keselamatan selama tes.** Semua pengetesan pipa penyalur dan pipa induk setelah konstruksi, harus dilaksanakan dengan memperhatikan keselamatan pekerja dan publik selama pengetesan. Jika digunakan udara atau gas, langkah-langkah yang tepat harus diambil untuk menjaga agar orang yang tidak bertugas dalam pekerjaan pengetesan berada di luar daerah pengetesan selama periode di mana tegangan melingkar mulai dinaikkan dari 50% kuat luluh minimum spesifikasi sampai tegangan tes maksimum, dan sampai tekanan diturunkan menjadi tekanan operasi maksimum.

#### **841.4 Commissioning dari fasilitas**

**841.41 Umum.** Prosedure tertulis harus dibuat untuk *commissioning*. Prosedure

line shall be walked while the hoop stress is held at approximately 20% of the specified minimum yield.

**841.35** Leak tests for pipelines and mains to operate at less than 100 psi

**841.351** Each pipeline, main, and related equipment that will operate at less than 100 psi shall be tested after construction and before being placed in operation to demonstrate that it does not leak.

**841.352** Gas may be used as the test medium at the maximum pressure available in the distribution system at the time of the test. In this case, the soap bubble test may be used to locate leaks if all joints are accessible during the test.

**841.353** Testing at available distribution system pressures as provided for in 841.352 may not be adequate if substantial protective coatings are used that would seal a split pipe seam. If such coatings are used, the leak test pressure shall be 100 psi.

**841.36 Safety during tests.** All testing of pipelines and mains after construction shall be done with due regard for the safety of employees and the public during the test. When air or gas is used, suitable steps shall be taken to keep persons not working on the testing operations out of the testing area during the period in which the hoop stress is first raised from 50% of the specified minimum yield to the maximum test stress, and until the pressure is reduced to the maximum operating pressure.

#### **841.4 Commissioning of facilities**

**841.41 General.** Written procedures shall be established for commissioning. Procedures



tersebut harus sudah mempertimbangkan karakter dari gas yang akan ditranspor, perlunya pengisolasian perpipaan dari hubungannya dengan fasilitas lain, dan serah terima dari pengkonstruksi perpipaan ke penanggungjawab operasi.

Prosedure *commissioning*, peralatan, dan fluida harus dipilih untuk meyakinkan peralatan dan fluida tersebut tidak berpengaruh terhadap gas yang ditransportasi bila masuk kedalam sistem perpipaan, atau dengan material perpipaan.

**84.1.42 Prosedure pembersihan dan pengeringan.** Kebutuhan akan pembersihan dan pengeringan perpipaan dan komponennya harus dipertimbangkan dalam kaitannya untuk membuang media uji yang digunakan.

**841.43 Uji fungsi terhadap peralatan dan sistem.** Sebagai bagian dari *commissioning*, semua perpipaan dan monitor terminal kompresor dan kontrol peralatan dan sistem harus diuji fungsi secara lengkap, khususnya sistem pengaman seperti pig trap interlocks, tekanan dan sistem monitor aliran, dan sistem stop emergensi perpipaan. Pertimbangan harus juga diberi kan terhadap kemampuan atas katup perpipaan sebelum gas masuk guna meyakinkan katup katup dapat bekerja semestinya.

**841.44 Prosedure start-up dan mengalirkan gas.** Prosedure tertulis untuk start-up harus disiapkan sebelum gas dialirkan kedalam sistem perpipaan dan memenuhi ketentuan berikut :

- Sistem harus sudah selesai secara mekanikal dan operasi.
- Semua uji fungsi sudah dilakukan dan diterima.
- Semua alat pengaman yang diperlukan dapat berfungsi.
- Prosedure operasi tersedia.
- Sistem komunikasi sudah mapan.
- Serah terima sistem perpipaan kepada pihak yang bertanggungjawab terhadap operasi.

**841.45 Dokumentasi dan pencatatan.** Pencatatan hasil *commissioning* berikut harus dipelihara sebagai pencatatan yang permanen :

- prosedure pembersihan dan

shall consider the characteristics of the gas to be transported, the need to isolate the pipeline from other connected facilities, and the transfer of the constructed pipeline to those responsible for its operations.

Commissioning procedures, devices, and fluids shall be selected to ensure that nothing is introduced into the pipeline system that will be incompatible with the gas to be transported, or with the materials in the pipeline components.

**841.42 Cleaning and drying procedures.** Consideration shall be given to the need for cleaning and drying the pipe and its components beyond that required for removal of the test medium.

**841.43 Functional Testing of Equipment and System.** As a part of *commissioning*, all pipeline and compressor station monitor and control equipment and systems shall be fully function-tested, especially including safety systems such as pig trap interlocks, pressure and flow-monitoring systems, and emergency pipeline shut-down systems. Consideration should also be given to performing a final test of pipeline valves before the gas is introduced to ensure that each valve is operating correctly.

**841.44 Start-up procedures and introduction of transported gas.** Written start-up procedures shall be prepared before introducing the transported gas into the system and shall require the following:

- The system be mechanically complete and operational
- All functional tests be performed and accepted
- All necessary safety systems be operational
- Operating procedures be available
- A communications system be established
- Transfer of the completed pipeline system to those responsible for its operation

**841.45 Documentation and Records.** The following *commissioning* records shall be maintained as permanent records:

- Cleaning and drying procedures



- pengeringan.
- b) Hasil pembersihan dan pengeringan.
  - c) Pencatatan pelaksanaan uji fungsi.
  - d) Sistem kontrol peralatan.
  - e) Daftar periksa untuk prestart.

## 842 Material lain

### 842.2 Persyaratan sistem perpipaan besi duktil

#### 842.21 Pendesainan pipa besi duktil

**842.211 Penentuan tebal dinding yang disyaratkan.** Pipa besi duktil harus didesain sesuai dengan metode yang dinyatakan dalam ANSI/AWWA C150/A21.50.

**842.212 Nilai  $s$  dan  $f$  yang diperbolehkan.** Nilai tegangan melingkar desain  $s$  dan tegangan tekukan desain pada dasar pipa, yang akan digunakan dalam rumus yang diberikan dalam ANSI/AWWA C150/A21.50 adalah:

$$\begin{aligned} s &= 16,800 \text{ psi} \\ f &= 36,000 \text{ psi} \end{aligned}$$

**842.213 Kekuatan besi duktil standar dan pematuhan terhadap ANSI A21.5.2.** Pipa besi duktil harus bermutu (60-42-10) dan harus memenuhi semua persyaratan ANSI A21.52. Mutu (60-42-10) besi duktil mempunyai sifat mekanik sebagai berikut :

Kuat tarik minimum, 60.000 psi  
Kuat luluh minimum, 42.000 psi  
Elongasi minimum, 10%

**842.214 Tebal yang diperbolehkan untuk pipa besi duktil.** Tebal pipa besi duktil terkecil yang diizinkan adalah kelas standar paling ringan untuk setiap ukuran pipa nominal seperti yang ditunjukkan dalam ANSI A21.52. Tebal dinding standar untuk tekanan kerja maksimum 250 psi dan kondisi penggelaran standar pada beberapa kedalaman cover ditunjukkan dalam Tabel 842.214.

#### 842.215 Sambungan pipa besi duktil

- a) Sambungan mekanis. Pipa besi duktil dengan sambungan mekanis harus memenuhi persyaratan ANSI A21.52 dan ANSI/AWWA C111/A21.11. Sambungan

- b) Cleaning and drying results
- c) Function-testing records of pipeline monitoring
- d) Control equipment systems
- e) Completed prestart checklist

## 842 Other materials

### 842.2 Ductile Iron piping systems requirements

#### 842.21 Ductile iron pipe design

**842.211 Determination of required wall thickness.** Ductile iron pipe shall be designed in accordance with the methods set forth in ANSI/AWWA C150/ A21.50.

**842.212 Allowable values of  $s$  and  $f$ .** The values of design hoop stress  $s$  and design bending stress at bottom of pipe, to be used in the equations given in ANSI/AWWA C150/A21.50, are

$$\begin{aligned} s &= 16,800 \text{ psi} \\ f &= 36,000 \text{ psi} \end{aligned}$$

**842.213 Standard ductile iron strength and conformance to ANSI A21.5.2.** The ductile iron pipe shall be (60-42-10) grade and shall conform to all requirements of ANSI A21.5.2. Grade (60-42-10) ductile iron has the following mechanical properties:

Minimum tensile strength, 60,000 psi  
Minimum yield strength, 42,000 psi  
Minimum elongation, 10%

**842.214 Allowable thickness for ductile iron pipe.** The least ductile iron pipe thicknesses permitted are the lightest standard class for each nominal pipe size as shown in ANSI A21.52. Standard wall thicknesses for 250 psi maximum working pressure and standard laying conditions at several depths of cover are shown in Table 842.214.

#### 842.215 Ductile iron pipe joints

- a) *Mechanical joints.* Ductile iron pipe with mechanical joints shall conform to the requirements of ANSI A21.52 and ANSI/AWWA C111/A21.11. Mechanical



mekanis harus dirakit sesuai dengan catatan pada installation of mechanical joints dalam ANSI/AWWA C111/A21.11.

- b) Sambungan lain. Pipa besi duktil dapat dilengkapi dengan sambungan tipe lain asalkan sambungan tersebut dikualifikasi dengan benar dan memenuhi ketentuan dalam Standar ini. Sambungan tersebut harus dipasang sesuai dengan standar yang berlaku atau sesuai dengan rekomendasi tertulis pamanufaktur.
- c) Sambungan berulir. Penggunaan sambungan berulir untuk mengkopel pipa besi duktil tidak direkomendasikan.

#### 842.22 Pemasangan pipa besi duktil

**842.221 Penggelaran.** Pipa besi duktil harus digelar sesuai dengan kondisi lapangan yang berlaku yang dijelaskan dalam ANSI/AWWA C150/A21.50.

**842.222** Pipa besi duktil bawah tanah harus dipasang dengan cover minimum 24 in kecuali jika dihalangi oleh bangunan bawah tanah yang lain. Bilamana tidak tersedia cukup cover untuk melindungi pipa dari beban luar atau kerusakan dan pipa tidak didesain untuk dapat menahan beban luar yang demikian, maka pipa harus diberi casing atau jembatan untuk melindungi pipa.

**842.223 Restraint sambungan.** Harnessing atau buttressing yang sesuai harus disediakan pada tempat di mana pipa induk menyimpang dari kelurusan dan arah gerakannya, yang jika tidak dikekang, dapat memutuskan sambungan.

**842.224 Pembuatan sambungan besi duktil di lapangan.** Sambungan pipa besi duktil harus memenuhi butir 842.215 dan harus dipasang sesuai dengan *Standard Nasional Indonesia* yang diakui atau sesuai dengan rekomendasi tertulis pamanufaktur.

**842.23 Pengetesan sambungan besi duktil di lapangan.** Sambungan pipa besi duktil harus dites kebocoran sesuai dengan butir 841.34 atau 841.35.

#### 842.3 Pendesainan perpipaian plastik

Ketentuan umum. Persyaratan desain dari

joints shall be assembled in accordance with "Notes on installation of mechanical joints" in ANSI/ AWWA C111/A21.11.

- b) *Other joints.* Ductile iron pipe maybe furnished with other types of joints provided they are properly qualified and meet the appropriate provisions of this Code. Such joints shall be assembled in accordance with applicable standards or in accordance with the manufacturer's written recommendations.
- c) *Threaded joints.* The use of threaded joints to couple lengths of ductile iron pipe is not recommended.

#### 842.22 Installation of ductile iron pipe

**842.221 Laying.** Ductile iron pipe shall be laid in accordance with the applicable field conditions described in ANSI/AWWA C150/A21.50.

**842.222** Underground ductile iron pipe shall be installed with a minimum cover of 24 in. unless prevented by other underground structures. Where sufficient cover cannot be provided to protect the pipe from external loads or damage and the pipe is not designed to withstand such external loads, the pipe shall be cased or bridged to protect the pipe.

**842.223 Joint restraint.** Suitable harnessing or buttressing shall be provided at point where the main deviates from a straight line and the thrust, if not restrained, would separate the joints.

**842.224 Making ductile iron field joints.** Ductile iron pipe joints shall conform to para. 842.215 and shall be assembled according to recognized American National Standards or in accordance with the manufacturer's written recommendations.

**842.23 Testing ductile iron field joints.** Ductile iron pipe joints shall be leak tested in accordance with para. 841.34 or 841.35.

#### 842.3 Design of plastic piping

*General provisions.* The design requirements



bagian ini dimaksudkan untuk membatasi penggunaan perpipaan plastik terutama untuk pipa induk dan saluran servis dalam sistem distribusi tipikal yang beroperasi pada tekanan 100 psi atau lebih kecil. Untuk aplikasi lain dalam lokasi Kelas 1 atau 2, perpipaan plastik dapat digunakan di dalam pembatasan yang ditentukan dalam Standar ini.

**842.31 Rumus desain pipa dan tubing plastik.** Tekanan desain untuk sistem perpipaan gas atau tebal dinding nominal untuk tekanan desain yang diberikan (berdasarkan pembatasan pada butir 842.32) harus ditentukan dengan rumus berikut:

$$P = 2S \frac{t}{(D - t)} \times 0.32$$

di mana

D = diameter luar yang dispesifikasikan, inci

P = tekanan desain, psig

S = untuk pipa dan tubing termoplastik, kekuatan hidrostatik jangka panjang yang ditentukan sesuai dengan spesifikasi yang terdaftar pada suhu 73°F, 100°F, 120°F, atau 140°F; untuk pipa plastik *reinforced thermosetting*, 1.000 psi.

t = tebal dinding yang dispesifikasikan, inci

CATATAN Kekuatan hidrostatik jangka panjang pada 73°F untuk material plastik yang spesifikasinya termasuk dalam referensi standar ini diberikan dalam Apendiks D.

of this section are intended to limit the use of plastic piping primarily to mains and service lines in typical distribution systems operating at a pressure of 100 psi or less. For other applications in Class 1 or 2 locations, plastic piping may be used within the limitations prescribed in this Code.

**842.31 Plastic pipe and tubing design formula.** The design pressure for plastic gas piping systems or the nominal wall thickness for a given design pressure (subject to the limitations in para. 842.32) shall be determined by the following formula:

$$P = 2S \frac{t}{(D - t)} \times 0.32$$

where

D = specified outside diameter, in.

P = design pressure, psig

S = for thermoplastic pipe and tubing, long term hydrostatic strength determined in accordance with the listed specification at a temperature equal to 73°F, 100°F, 120°F, or 140°F; for reinforced thermosetting plastic pipe, 11,000 psi

t = specified wall thickness, in.

NOTE Long term hydrostatic strength at 73°F for the plastic materials whose specifications are incorporated by reference herein are given in Appendix D.



**Table 842.214 Standard thickness selection table for ductile iron pipe**

Nominal pipe size	Laying condition	Thickness, in.							
		Depth of Cover, ft							
		2½	3½	5	8	12	16	20	24
3	A	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
	B	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
4	A	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
	B	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
6	A	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
	B	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
8	A	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	B	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
10	A	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.38	0.38
	B	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.38	0.38
12	A	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.40	0.43
	B	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.40	0.40
14	A	0.36	0.36	0.36	0.36	0.39	0.42	0.45	0.45
	B	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.42	0.42	0.45
16	A	0.37	0.37	0.37	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49
	B	0.37	0.37	0.37	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49
18	A	0.38	0.38	0.38	0.38	0.41	0.47	0.50	0.53
	B	0.38	0.38	0.38	0.38	0.41	0.44	0.47	0.53
20	A	0.39	0.39	0.39	0.39	0.45	0.48	0.54	.....
	B	0.39	0.39	0.39	0.39	0.42	0.48	0.51	.....
24	A	0.44	0.41	0.41	0.44	0.50	0.56	.....	.....
	B	0.41	0.41	0.41	0.41	0.47	0.53	.....	.....

**GENERAL NOTES**

- (a) This Table is taken from ANSI A21.52.
- (b) Laying Condition A: flat-bottom trench without blocks, untamped backfill.
- (c) Laying Condition B: flat-bottom trench without blocks, tamped backfill.
- (d) The thicknesses in this Table are equal to or in excess of those required to withstand 250 psi working pressure.
- (e) All thicknesses shown in this Table for the depths of cover indicated are adequate for trench loads including truck superloads.
- (f) For the basis of design, see ANSI/AWWA C150/A21.50.
- (g) Thread engagement in taps for service connections and bag holes may require consideration in selecting pipe thicknesses. See Appendix of ANSI A21.52.



**Table 842.32(c) Wall thickness and standard dimension ratio for thermoplastic pipe**

Nominal pipe size	Outside diameter, in.	Minimum wall thickness, in.				
		Standard dimension ratio R				
		26	21	17	13.5	11
½	0.840	0.062	0.062	0.062	0.062	0.076
¼	1.050	0.090	0.090	0.090	0.090	0.095
1	1.315	0.090	0.090	0.090	0.097	0.119
1¼	1.660	0.090	0.090	0.098	0.123	0.151
1½	1.900	0.090	0.090	0.112	0.141	0.173
2	2.375	0.091	0.113	0.140	0.176	0.216
2½	2.875	0.110	0.137	0.169	0.213	...
3	3.500	0.135	0.167	0.206	0.259	...
3½	4.000	0.154	0.190	0.236	0.296	...
4	4.500	0.173	0.214	0.264	0.333	...
5	5.563	0.224	0.265	0.328	0.413	...
6	6.625	0.255	0.316	0.390	0.491	...

**GENERAL NOTES**

- (a) Standard Dimension Ratio. The Standard Dimension Ratio System enables the user to select a number of different sizes of pipe for a piping system, all of which will have the same design pressure. When plastic materials of the same design strengths are used, the same Standard Dimension Ratio may be used for all sizes of pipe instead of calculating a value of  $t$  for each size.
- (b) Wall thicknesses above line are minimums are not a function of Standard Dimension Ratio.

**842.32 Pembatasan desain termoplastik**

- a) Tekanan desain tidak boleh melebihi 100 psig.
- b) Pipa, tubing, dan fitting termoplastik tidak boleh digunakan bila suhu operasi material :
- 1) di bawah  $-20^{\circ}\text{F}$ ; atau
  - 2) di atas suhu yang ditentukan untuk kekuatan hidrostatik jangka panjang yang digunakan dalam rumus desain menurut butir 842.31, dan suhu ini tidak boleh melebihi  $140^{\circ}\text{F}$ .
- c) Nilai  $t$  untuk pipa termoplastik harus tidak kurang dari yang ditunjukkan dalam Tabel 842.32 (c).
- d) Nilai  $t$  untuk tubing termoplastik harus tidak kurang dari 0.062 inci.
- e) Untuk koneksi-servis tipe sadel yang dibuat dengan teknik fusi panas, pembatasan ini mungkin diperlukan untuk beberapa material yang direncanakan untuk digunakan pada tekanan operasi tinggi yang memerlukan tebal dinding lebih tebal dari pada yang ditentukan dengan rumus desain tekanan untuk ukuran 2 inci dan lebih kecil. Pemanufaktur material

**842.32 Thermoplastic design limitations**

- a) The design pressure shall not exceed 100 psig.
- b) Thermoplastic pipe, tubing, and fittings shall not be used where the operating temperatures of the materials will be:
- 1) below  $-20^{\circ}\text{F}$ ; or
  - 2) above the temperature at which the long-term hydrostatic strength used in the design formula under para. 842.31 is determined except that in no case shall the temperature exceed  $140^{\circ}\text{F}$ .
- c) The value of  $t$  for thermoplastic pipe shall not be less than that shown in Table 842.32(c).
- d) The value of  $t$  for thermoplastic tubing shall not be less than 0.062 in.
- e) For saddle type service connections made by heat fusion techniques, it may be necessary for some materials which are intended for use at high operating pressures to require heavier wall thicknesses than defined by pressure design formula for sizes 2 in. and smaller. Manufacturers of the specific pipe material should be contacted for



pipa tersebut hendaknya dihubungi untuk meminta rekomendasi atau prosedur yang harus digunakan.

recommendations or a qualified procedure shall be used.

### 842.33 Pembatasan desain plastik *reinforced thermosetting*

- Nilai P untuk pipa induk dan saluran servis plastik *reinforced thermosetting* pada sistem distribusi dalam semua lokasi kelas, dan untuk aplikasi lain dalam lokasi Kelas 3 dan 4, tidak boleh melebihi 100 psig.
- Pipa plastik dan fitting *reinforced thermosetting* harus tidak digunakan pada suhu operasi di bawah -20°F atau di atas 150°F.
- Nilai t untuk pipa plastik *reinforced thermosetting* tidak boleh kurang dari yang ditunjukkan dalam Tabel 842.33 (c).

### 842.33 Reinforced thermosetting plastic design limitations

- The Value of P for reinforced thermosetting plastic mains and service lines in distribution systems in all class locations, and for other applications in Class 3 and 4 locations, shall not exceed 100 psig.
- Reinforced thermosetting plastic pipe and fittings shall not be used where operating temperatures will be below -20°F or above 150°F.
- The value of t for reinforced thermosetting plastic pipe shall not be less than that shown in Table 842.33(c).

**Table 842.33(c) Diameter and wall thickness for reinforced thermosetting plastic pipe**

Nominal Pipe Size	Outside Diameter, in.	Minimum Thickness, in.
2	2.375	0.060
3	3.500	0.060
4	4.500	0.070
6	6.625	0.100

### 842.34 Tekanan desain fitting plastik.

Rating tekanan maksimum untuk fitting harus sama nilainya dengan tekanan desain maksimum pipa dengan ukuran dan tebal dinding yang sesuai seperti yang diindikasikan dalam standar fitting yang diacu dan seperti yang ditentukan dalam butir 842.31, dan 842.32. Pemanufaktur hendaknya diminta petunjuknya tentang rating tekanan maksimum untuk fitting yang tidak dicakup oleh standar yang diacu.

### 842.34 Design pressure of plastic fittings.

The maximum pressure rating for fittings shall be the same value as the maximum design pressure of the corresponding pipe size and wall thickness as indicated in the referenced standard for the fittings and as determined in paras. 842.31 and 842.32. The manufacturer should be consulted for advice on maximum pressure ratings for fittings not covered by referenced standards.

### 842.35 Katup dalam perpipaan plastik

**842.351** Katup dalam perpipaan plastik dapat dibuat dari sebarang material yang sesuai dan desain yang diizinkan Standar ini.

**842.352** Pemasangan katup dalam perpipaan plastik harus didesain sedemikian rupa sehingga melindungi bahan plastik terhadap torsi atau beban geser yang

### 842.35 Valves in plastic piping

**842.351** Valves in plastic piping may be made of any suitable material and design permitted by this Code.

**842.352** Valve installation in plastic piping shall be so designed as to protect the plastic material against excessive torsional or shearing loads when the valve or shutoff is



berlebihan ketika katup atau penutup dioperasikan, dan dari setiap tegangan sekunder lain yang dapat timbul melalui katup atau penutupnya.

**842.36 Pelindungan dari bahaya.** Perpipaan plastik harus memenuhi ketentuan butir 841.13 yang berlaku.

**842.37 Persyaratan kover dan casing di bawah jalan kereta api, atau jalan raya.** Perpipaan plastik harus memenuhi persyaratan butir 841.141, dan 841.144 yang berlaku. Apabila perpipaan plastik harus diberi casing atau jembatan, langkah-langkah yang sesuai harus diambil untuk mencegah patah atau pemuntiran perpipaan. (Lihat juga butir 842.43).

**842.38 Jarak antara pipa induk dan bangunan bawah tanah lain.** Perpipaan plastik harus memenuhi ketentuan butir 841.142 yang berlaku. Jarak yang cukup harus dijaga antara sistem perpipaan plastik dan sumber uap air, air panas atau kabel listrik dan sumber panas lain untuk mencegah suhu operasi melebihi pembatasan butir 842.32 (b) atau 842.33 (b).

**842.39 Sambungan dan koneksi pipa dan tubing plastic**

**842.391 Ketentuan umum.** Pipa, tubing, dan fitting plastik boleh disambung dengan metode semen pelarut, metode adhesif, metode fusi-panas atau dengan kopling atau flensa kompresi. Metode yang digunakan harus cocok dengan material yang disambung. Rekomendasi pamanufaktur harus dipertimbangkan sewaktu menentukan metode yang digunakan.

**842.392 Persyaratan sambungan**

- a) Pipa atau tubing tidak boleh diulir.
- b) Untuk menghasilkan sambungan kedap gas dengan kekuatan sekurang-kurangnya sama seperti pipa atau tubing yang disambung, sambungan semen pelarut, sambungan adhesif, dan sambungan fusi-panas harus dibuat sesuai dengan prosedur yang berkualifikasi yang telah ditetapkan dan dibuktikan melalui tes.
- c) Sambungan harus dibuat oleh personil yang dikualifikasi berdasarkan pelatihan

operated, and from any other secondary stresses which might be exerted through the valve or its enclosure.

**842.36 Protection from hazards.** Plastic piping shall conform to the applicable provisions of 841.13.

**842.37 Cover and casing requirements under railroads, roads, streets, or highways.** Plastic piping shall conform to the applicable requirements of paras. 841.141 and 841.144. Where plastic piping must be cased or bridged suitable precautions shall be taken to prevent crushing or shearing of the piping. (See also para. 842.43.)

**842.38 Clearance between mains and other underground structures.** Plastic piping shall conform to the applicable provisions of para. 841.143. Sufficient clearance shall be maintained between plastic piping and steam, hot water, or power lines and other sources of heat to prevent operating temperatures in excess of the limitations of para. 842.32(b) or 842.33(b).

**842.39 Plastic pipe and tubing joints and connections**

**842.391 General provisions.** Plastic pipe, tubing, and fittings may be joined by the solvent cement method, adhesive method, heat-fusion method, or by means of compression couplings or flange. The method used must be compatible with the materials being joined. The recommendations of the manufacturer shall be considered when determining the method to be used.

**842.392 Joint requirements**

- a) Pipe or tubing shall not be threaded.
- b) Solvent cement joints, adhesive joints, and heat-fusion joints shall be made in accordance with qualified procedures which have been established and proven by test to produce gas tight joints at least as strong as the pipe or tubing being joined.
- c) Joints shall be made by personnel qualified by training or experience in the



atau pengalaman dalam prosedur yang benar yang disyaratkan untuk tipe sambungan yang dikerjakan.

- d) Sambungan semen pelarut atau sambungan fusi-panas harus digunakan hanya ketika menyambung komponen yang dibuat dari material termoplastik yang sama.
- e) Fusi panas atau sambungan mekanis harus digunakan apabila menyambung pipa, tubing, atau fitting *polyethylene*. Komponen *polyethylene* yang dibuat dari mutu material berbeda boleh di-fusi panas asalkan penyambungannya menggunakan prosedur yang berkualifikasi. Sebarang kombinasi dari material PE 2306, PE 3306, dan PE 3406 boleh disambung dengan fusi-panas.
- f) Flensa atau sambungan khusus dapat digunakan asalkan dikualifikasi dan dipergunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku dalam Standar ini.

#### 842.393 Sambungan semen pelarut

- a) Ujung-ujung yang dipotong lurus atau persegi yang bebas dari kekasaran akibat pemotongan burr disyaratkan untuk sambungan soket.
- b) Suaian yang benar antara pipa atau tubing dan soket atau *sleeve* pasangannya penting untuk sambungan yang baik. Sambungan yang mulus biasanya tidak dapat dibuat antara komponen-komponen fitting yang longgar atau sangat rapat.
- c) Permukaan-permukaan yang berpasangan harus bersih, kering, dan bebas dari material yang dapat merusak sambungan.
- d) Semen pelarut yang memenuhi ASTM D 2513 dan direkomendasikan oleh pamanufaktur pipa atau tubing harus digunakan untuk membuat sambungan yang disemen.
- e) Pelapisan semen pelarut yang seragam disyaratkan pada kedua permukaan yang berpasangan. Setelah sambungan dibuat, excess semen harus dihilangkan dari bagian luar sambungan. Sambungan tidak boleh diganggu sampai sambungan tersebut menyatu secara sempurna.
- f) Semen pelarut dan komponen perpipaan yang akan disambung boleh dikondisikan sebelum pemasangan melalui pengha-

proper procedures required for the type of joint involved.

- d) Solvent cement or heat-fusion joints shall be used only when joining components made of the same thermoplastic materials.
- e) Heat-fusion or mechanical joints shall be used when joining polyethylene pipe, tubing, or fittings. Polyethylene components made of different grades of materials may be heat-fused provided that properly qualified procedures for joining the specific components are used. Any combination of PE 2306, PE 3306, and PE 3406 materials may be joined by heat fusion.
- g) Flanges or special joints may be used provided they are properly qualified and utilized in accordance with the appropriate provisions of this Code.

#### 842.393 Solvent cement joints

- a) Square cut ends free of burrs are required for a proper socket joint.
- b) Proper fit between the pipe or tubing and mating socket or sleeve is essential to a good joint. Sound joints cannot normally be made between loose or very tight fitting components.
- c) The mating surfaces must be clean, dry, and free of material which might be detrimental to the joint.
- d) Solvent cements which conform to ASTM D 2513 and are recommended by the pipe or tubing manufacturer shall be used to make cemented joints.
- e) A uniform coating of the solvent cement is required on both mating surfaces. After the joint is made, excess cement shall be removed from the outside of the joint. The joint shall not be disturbed until it has properly set.
- f) The solvent cement and piping components to be joined may be conditioned prior to assembly by warming



- ngatan jika dilakukan berdasarkan rekomendasi pamanufaktur.
- g) Sambungan semen pelarut harus tidak dipanaskan untuk mengakselerasi pengeringan semen.
  - h) Persyaratan keselamatan dalam lampiran A ASTM D 2513 harus diikuti sewaktu menggunakan semen pelarut.

#### 842.394 Sambungan fusi-panas

- a) Sambungan but fusi-panas yang baik memerlukan penggunaan alat penyambung yang dapat menahan elemen pemanas membentuk sudut siku pada ujung-ujung perpipaan, dapat mengkompresi ujung-ujung yang dipanaskan bersama-sama, dan dapat menahan atau memegang perpipaan pada kelurusan yang benar sementara plastik mengeras.
- b) Sambungan soket fusi-panas yang baik memerlukan penggunaan alat penyambung yang memanaskan permukaan - permukaan yang berpasangan secara seragam dan serentak pada suhu yang sama. Sambungan tersebut tidak boleh diganggu sampai menyatu dengan baik.
- c) Untuk menjamin sambungan yang mulus, operasi pemanasan harus dilakukan dengan hati-hati untuk mencegah kerusakan pada material plastik dari kelebihan panas atau adanya material yang tidak terpanasi dengan cukup. Pemanasan langsung dengan obor atau nyala api terbuka lainnya dilarang.
- d) Apabila menyambung fitting tipe pelana ke pipa NPS 2 dan lebih kecil, lihat butir 842.32 (e) untuk meminimumkan kegagalan yang mungkin terjadi.

#### 842.395 Sambungan adhesive

- a) Adhesif yang memenuhi ASTM D 2517 dan direkomendasikan oleh pamanufaktur pipa, tubing atau fitting harus digunakan untuk membuat sambungan yang direkat dengan adhesif.
- b) Apabila material yang berbeda direkat bersama, pemeriksaan yang teliti harus dilakukan untuk menentukan bahwa material dan adhesif yang digunakan cocok satu sama lain.
- c) Sambungan yang direkat dengan adhesif

if done in accordance with the manufacturer's recommendations.

- g) A solvent cement joint shall not be heated to accelerate the setting of the cement.
- h) Safety requirements in Appendix A of ASTM D 2513 shall be followed when solvent cements are used.

#### 842.394 Heat-fusion joints

- a) Sound butt heat-fusion joints require the use of a jointing device that holds the heater element square to the ends of the piping, can compress the heated ends together, and holds the piping in proper alignment while the plastic hardens.
- b) Sound socket heat-fusion joints require the use of a jointing device that heats the mating surfaces of the joint uniformly and simultaneously to essentially the same temperature. The completed joint must not be disturbed until properly set.
- c) Care must be used in the heating operation to prevent damage to the plastic material from overheating or having the material not sufficiently heated to assure a sound joint. Direct application of heat with a torch or other open flame is prohibited.
- d) When connecting saddle-type fittings to pipe NPS 2 and smaller, see para. 842.32(e) to minimize the possibility of failures.

#### 842.395 Adhesive joints

- a) Adhesives that conform to ASTM D 2517 and are recommended by the pipe, tubing, or fitting manufacturer shall be used to make adhesive bonded joints.
- b) When dissimilar materials are bonded together, a thorough investigation shall be made to determine that the materials and adhesive used are compatible with each other.
- c) An adhesive bonded joint may be heated



boleh dipanasi sesuai dengan rekomendasi pamanufaktur pipa agar dapat mengakselerasi pengeringan.

- d) Ketentuan harus dibuat untuk mengklemp atau mencegah material yang disambung supaya tidak bergerak sampai adhesif menyatu dengan sempurna.

#### 842.396 Sambungan mekanis<sup>2</sup>

- a) Bila digunakan sambungan mekanis tipe kompresi, maka material gasket elastomeric dalam fitting harus cocok dengan plastik, yaitu, plastik dan elastomer tidak boleh menyebabkan penurunan sifat-sifat kimia dan fisik satu sama lainnya dalam masa yang lama.

<sup>2</sup> Mengacu pada edisi terbaru dari *American Gas Association Plastic Pipe Manual for Gas Service*, ASTM D 2513, The ANSI Z380.1 *Guide for Gas Transmission and Distribution Piping System*, dan publikasi teknik dari *plastic pipe and fitting manufacturers*.

- b) Penguat tubular yang diperlukan untuk memperkuat ujung pipa atau tubing harus meluas sampai sekurang-kurangnya di bawah bagian pipa yang dikompresi oleh gasket atau bahan penjepit. Penguat harus bebas dari pinggiran yang kasar atau tajam dan tidak boleh dipasang dengan penyesuaian paksa pada pipa atau tube. Fitting tubular belah tidak boleh digunakan.

- c) Karena resistansi tarikan dari fitting tipe kompresi bervariasi dalam tipe dan ukuran, maka semua sambungan mekanis harus didesain dan dipasang untuk menahan dengan efektif gaya tarikan longitudinal yang disebabkan oleh kontraksi perpipaan atau oleh beban eksternal maksimum yang diantisipasi. Untuk meminimumkan gaya-gaya ini, pemasangan harus didesain dan dibuat seperti berikut :

- 1) Dalam kasus penanaman langsung bila pipa cukup lentur, pipa boleh dibelok-belokan dalam parit.
- 2) Dalam hal pipa dipasang dengan menyisipkannya dalam casing, maka pipa harus didorong (tidak ditarik) ke dalam tempatnya sedemikian rupa sehingga penempatannya dalam keadaan dikompresi dan bukan dalam keadaan ditarik.

in accordance with the pipe manufacturer's recommendation in order to accelerate cure.

- d) Provision shall be made to clamp or otherwise prevent the joined materials from moving until the adhesive is properly set.

#### 842.396 Mechanical joints<sup>2</sup>

- a) When compression type mechanical joints are used, the elastomeric gasket material in the fitting shall be compatible with the plastic, (i.e., the plastic and the elastomer shall not cause deterioration in one another's chemical and physical properties over a long period).

<sup>2</sup> Refer to the current editions of the *American Gas Association Plastic Pipe Manual for Gas Service*, ASTM D 2513, The ANSI Z380.1 *Guide for Gas Transmission and Distribution Piping System*, and technical publications of plastic pipe and fitting manufacturers.

- b) The tubular stiffener required to reinforce the end of the pipe or tubing shall extend at least under that section of the pipe being compressed by the gasket or gripping material. The stiffener shall be free of rough or sharp edges and shall not be a force fit in the pipe or tube. Split tubular fittings shall not be used.

- c) Since pull-out resistance of compression type fittings varies with type and size, all mechanical joints shall be designed and installed to effectively sustain the longitudinal pull-out forces caused by contraction of the piping or by maximum anticipated external loading. The installation shall be designed and made to minimize these forces as follows.

- 1) In the case of direct burial when the pipe is sufficiently flexible, the pipe may be snaked in the ditch.
- 2) In the case of pipe installed by insertion in casing, the pipe shall be pushed rather than pulled into place so as to place it in compression rather than tension.



3) Pelonggaran harus dibuat untuk ekspansi dan kontraksi termal yang disebabkan perubahan suhu akibat cuaca pada pipa terpasang. Pelonggaran ini semakin penting dengan bertambah panjangnya instalasi. Pelonggaran yang demikian penting sekali apabila pipa plastik digunakan sebagai sisipan di dalam pipa lainnya, karena pipa tersebut tidak dikekang (ditahan) oleh beban tanah. Pelonggaran ini dapat dilaksanakan dengan kombinasi yang cocok dari

- a) *offset*;
- b) penjangkaran;
- c) aligning pipa dan fitting;
- d) dalam kasus fitting kompresi dengan cara penggunaan tipe *long-style* dan penempatan pipa pada beban kompresi aksial yang ringan;
- e) alat ekspansi-kontraksi; atau
- f) fitting yang didesain untuk mencegah tarikan.

Koefisien ekspansi termal yang tipikal, yang boleh digunakan untuk pembuatan kalkulasi, diberikan dalam Tabel 842.396 (c).

3) Allowance shall be made for thermal expansion and contraction due to seasonal changes in temperature of installed pipe. The importance of this allowance increases as the length of the installation increases. Such allowance is of paramount importance when the plastic pipe is used for insertion renewal inside another pipe, because it is not restrained by earth loading. This allowance may be accomplished by appropriate combination of

- a) offsets;
- b) anchoring;
- c) aligning the pipe and fitting;
- d) in the case of compression fitting by the use of long-style types and placing the pipe in slight axial compression;
- e) expansion-contraction devices; or
- f) fitting designed to prevent pull-out.

Typical coefficients of thermal expansion, which may be used to make calculations, are given in Table 842.396(c).

#### 842.4 Pemasangan perpipaan plastik

**842.41 Spesifikasi konstruksi.** Semua pekerjaan konstruksi yang dilaksanakan pada sistem perpipaan sesuai dengan persyaratan Standar ini harus dikerjakan menurut spesifikasi konstruksi. Spesifikasi konstruksi harus mencakup persyaratan Standar ini, dan harus cukup rinci untuk dapat menjamin pemasangan yang benar.

**842.42 Ketentuan inspeksi dan penanganan.** Komponen perpipaan plastik mudah rusak karena kesalahan dalam penanganan. *Gouges*, potongan, kekusutan, atau bentuk-bentuk kerusakan lain dapat mengakibatkan kegagalan. Harus berhati-hati selama penanganan dan pemasangannya untuk mencegah kerusakan yang demikian.

#### 842.4 Installation of plastic piping

**842.41 Construction specifications.** All construction work performed on piping systems in accordance with the requirements of this Code shall be done under construction specifications. The construction specifications shall cover the requirements of this Code, and shall be in sufficient detail to assure proper installation.

**842.42 Inspection and handling provisions.** Plastic piping components are susceptible to damage by mishandling. *Gouges*, cuts, kinks, or other forms of damage may cause failure. Care shall be exercised during handling and installation to prevent such damage.



**Table 842.396(c) Nominal values for coefficients of thermal expansion of thermoplastic pipe materials**

General material designation	Nominal coefficients of thermal expansion astm d 696 x 10 <sup>-5</sup> in./in./°f
PE 2306	9.0
PE 3306	9.0
PE 3406	9.0
PVC 1120	3.0
PVC 1220	3.5
PVC 2110	5.0
PVC 2112	4.5
PVC 2116	4.0
PB 2110	7.2

**GENERAL NOTE**

(a) Individual compounds may differ from values in this Table as much as  $\pm 10\%$ . More exact values for specific commercial products may be obtained from the manufacturers.

(b) Abbreviations: PVC = polyvinyl chloride, PE = polyethylene, and PB = polybutylene.

**842.421** Pipa dan tubing plastik harus diinspeksi dengan hati-hati terhadap potongan, luka goresan, gouges, dan ketidak-sempurnaan lainnya sebelum digunakan, dan setiap pipa atau tubing yang mempunyai cacat yang merusak harus ditolak.

**842.422** Setiap pemasangan harus diinspeksi di lapangan untuk mendeteksi cacat yang merusak. Setiap cacat demikian yang ditemui harus dihilangkan.

**842.423** Aplikasi yang cekatan dari teknik-teknik yang berkualifikasi serta penggunaan material yang tepat dan peralatan dalam kondisi yang baik diperlukan untuk memperoleh sambungan yang mulus dalam perpipaan plastik dengan metode semen pelarut, adhesif, atau fusi-panas. Ketentuan inspeksi harus dicek secara visual. Jika ada suatu alasan yang meyakinkan bahwa sambungan cacat, maka sambungan tersebut harus dibuang dan diganti.

**842.424** Harus diupayakan untuk menghindari penanganan yang kasar pada pipa dan

**842.421** Plastic pipe and tubing shall be carefully inspected for cuts, scratches, gouges, and other imperfections before use, and any pipe or tubing containing harmful imperfections shall be rejected.

**842.422** Each installation shall be field inspected to detect harmful imperfections. Any such imperfections found shall be eliminated.

**842.423** Skillful application of qualified techniques and the use of proper materials and equipment in good condition are required to achieve sound joints in plastic piping by the solvent cement, adhesive, or heat fusion methods. Inspection provisions shall be checked visually. If there is any reason to believe the joint is defective, it shall be removed and replaced.

**842.424** Care shall be exercised to avoid rough handling of plastic pipe and tubing. It



tubing plastik. Pipa dan tubing plastik ini tidak boleh didorong atau ditarik di atas tonjolan yang tajam, dijatuhkan atau dijatuhkan barang lain. Harus diambil tindakan untuk mencegah pengusutan atau penekukan pipa dan tubing, dan setiap kekusutan atau tekukan yang terjadi harus dibuang dengan memotongnya sebagai suatu silinder.

**842.425** Setiap saat harus diupayakan untuk melindungi material plastik dari api, panas berlebihan atau bahan kimia yang membahayakan.

**842.426** Pipa dan tubing plastik harus disangga secara memadai selama penyimpanan. Pipa, tubing, dan fitting termoplastik harus dilindungi dari penyinaran matahari langsung dalam waktu yang panjang.

#### **842.43 Ketentuan pemasangan**

a) Perpipaan plastik hanya dapat dipasang di atas tanah, jika:

- 1) dibalut dalam pipa logam, yang dilindungi terhadap korosi atmosfer; dilindungi terhadap deteriorasi (misalnya terhadap penurunan suhu yang besar); dan dilindungi terhadap kerusakan eksternal; atau
- 2) dipasang untuk saluran servis plastik seperti yang diperbolehkan menurut butir 849.42(b).

Pipa plastik tidak boleh digunakan untuk menyangga beban eksternal. Pipa plastik yang dibalut harus dapat menahan suhu yang diantisipasi tanpa menurun atau berkurang kekuatannya di bawah pembatasan desain yang disebut dalam butir 842.32 dan 842.33. Bila melindungi terhadap kerusakan eksternal, harus dipertimbangkan mengenai perlunya mengisolasi segmen yang terbalut dan dengan aman mengalirkan atau menahan gas yang mungkin keluar dari pipa plastik tersebut jika terjadi kebocoran atau pecahnya pipa.

b) Perpipaan plastik tidak boleh dipasang dalam *vault* atau di sebarang tempat tertutup bawah tanah lainnya kecuali jika pipa plastik ini diselubungi sepenuhnya dalam pipa logam kedap-gas dan fitting-  
fitting logam yang mempunyai perlindungan korosi yang cukup.

shall not be pushed or pulled over sharp projections, dropped, or have other objects dropped upon it. Care shall be taken to prevent kinking or buckling, and any kinks or buckles which occur shall be removed by cutting out as a cylinder.

**842.425** Care shall be exercised at all times to protect the plastic material from fire, excessive heat, or harmful chemicals.

**842.426** Plastic pipe and tubing shall be adequately supported during storage. Thermoplastic pipe, tubing, and fittings shall be protected from long-term exposure to direct sunlight.

#### **842.43 Installation provisions**

a) Plastic piping may be installed above ground, only if it is:

- 1) encased in metal pipe, which is protected against atmospheric corrosion; protected against deterioration (e.g., high temperature degradation); and protected against external damage; or

2) installed for plastic service lines as permitted in para. 849.42(b).

Plastic pipe shall not be used to support external loads. Encased plastic pipe shall be able to withstand anticipated temperatures without deteriorating or decreasing in strength below the design limitations stated in paras. 842.32 and 842.33. When protecting against external damage, consideration shall be given to the need to isolate the encased segment and to safely vent or contain gas that may escape the plastic pipe in the event of leak or rupture.

b) Plastic piping shall not be installed in vaults or any other below grade enclosure unless it is completely encased in gas-tight metal pipe and metal fittings having adequate corrosion protection.



- c) Perpipaan plastik harus dipasang sedemikian rupa sehingga tegangan geser atau tarik yang disebabkan oleh konstruksi, pengurukan, kontraksi termal, atau beban luar dapat diminimumkan (lihat butir 842.396).

#### 842.431 Penimbunan langsung

- a) Pipa atau tubing termoplastik yang ditimbun langsung harus mempunyai tebal dinding minimum 0,090 in dalam semua ukuran, kecuali pipa NPS ½ dan tubing dengan diameter nominal ¾ inci dan lebih kecil, yang harus mempunyai tebal dinding minimum 0,062 in.
- b) Perpipaan plastik harus digelar pada tanah yang tak terganggu atau yang dipadatkan. Jika perpipaan plastik digelar pada tanah yang dapat merusak pipa tersebut, perpipaan harus dilindungi dengan bahan bebasbatu secukupnya sebelum pengurukan diselesaikan. Perpipaan plastik harus tidak disangga dengan ganjal. Tanah padat atau penyangga kontinu lainnya harus digunakan.
- c) Perpipaan harus dipasang dengan kelonggaran yang cukup untuk menghadapi kemungkinan kontraksi. Pendinginan mungkin diperlukan sebelum koneksi akhir dibuat di bawah kondisi suhu yang sangat tinggi.
- d) Sewaktu perpipaan yang telah dirakit sepanjang parit diturunkan, harus diupayakan untuk menghindari regangan apapun yang dapat mengakibatkan tegangan-lebih atau tekukan pada perpipaan atau menimbulkan tegangan-lebih pada sambungan.
- e) Pengurukan harus dilaksanakan dengan cara sedemikian rupa untuk dapat menyediakan tumpuan yang tetap dan kuat di sekitar perpipaan. Bahan yang digunakan untuk pengurukan harus bebas dari batuan besar, potongan *pavement* (aspal, trotoar, dan lain-lainnya), atau bahan lainnya yang merusak pipa.
- f) Bilamana dilakukan penggenangan air pada parit untuk memadatkan pengurukan, pelaksanaannya harus hati-hati untuk menjaga agar perpipaan tidak terapung di atas bantalan tetapnya pada dasar parit.

- c) Plastic piping shall be installed in such a way that shear or tensile stresses resulting from construction, backfill, thermal contraction, or external loading are minimized (see para. 842.396).

#### 842.431 Direct burial

- a) Directly buried thermoplastic pipe or tubing shall have a minimum wall thickness of 0.090 in. in all sizes except NPS ½ pipe and ¾ in. and smaller nominal diameter tubing, which shall have a minimum wall thickness of 0.062 in.
- b) Plastic piping shall be laid on undisturbed or well compacted soil. If plastic piping is to be laid in soils which may damage it, the piping shall be protected by suitable rock-free materials before backfilling is completed. Plastic piping shall not be supported by blocking. Well-tamped earth or other continuous support shall be used.
- c) The piping shall be installed with sufficient slack to provide for possible contraction. Cooling may be necessary before the last connection is made under extremely high temperature conditions. (See para. 842.396.)
- d) When long sections of piping that have been assembled alongside the ditch are lowered in, care shall be exercised to avoid any strains which may overstress or buckle the piping or impose excessive stress on the joints.
- e) Backfilling shall be performed in a manner to provide firm support around the piping. The material used for backfilling shall be free of large rocks, pieces of pavement, or any other materials that might damage the pipe.
- f) Where flooding of the trench is done to consolidate the backfill, care shall be exercised to see that the piping is not floated from its firm bearing on the trench bottom.
- g) A positive method of locating plastic



- g) Dibutuhkan suatu metoda positif dari sistem pencarian pipa plastik. Suatu metoda biasa adalah instalasi dari material penghantar listrik, seperti kawat *tracer* atau plastik yang dilapisi *metallic tape* dengan pipa plastik untuk fasilitas penempatan agar mudah menemukannya dengan alat pencari pipa elektronik. Alternatif metoda pencarian yang cocok boleh digunakan.

piping system is required. A common method is the installation of electrically conductive material, such as tracer wire or plastic coated metallic tape with the plastic pipe to facilitate locating it with an electronic pipe locator. Alternative proven locating methods may be used.

#### 842.432 Penyisipan *casing*

- a) Pipa casing harus dipersiapkan sampai tingkat yang diperlukan untuk menghilangkan pingiran-pinggiran tajam, tonjolan, atau bahan abrasif yang dapat merusak plastik selama dan sesudah penyisipan.
- b) Pipa atau tubing plastik harus disisipkan ke dalam pipa *casing* dengan cara sedemikian rupa dengan maksud melindungi plastik selama pemasangan. Ujung pipa plastik harus ditutup sebelum penyisipan. Harus diupayakan untuk mencegah perpipaan plastik sebagai penyangga beban pada ujung casing.
- c) Porsi perpipaan plastik tersebut yang diekspos akibat penghilangan atau pemotongan pipa *casing* harus cukup kekuatannya untuk menahan beban luar yang diantisipasi, atau harus dilindungi dengan jembatan yang mampu menahan beban luar yang diantisipasi.
- d) Porsi perpipaan plastik tersebut yang terganggu dengan adanya jarak bentang dari tanah harus dilindungi secara cukup dengan jembatan atau cara lain dari penghancuran atau pelongsoran yang disebabkan oleh beban luar atau penurunan urukan.
- e) Perpipaan harus dipasang untuk menghadapi kemungkinan adanya kontraksi. Pendinginan mungkin diperlukan sebelum koneksi akhir dibuat bila pipa telah dipasang dalam cuaca panas atau hangat (lihat butir 842.396).

#### 842.432 Insertion of casing

- a) The casing pipe shall be prepared to the extent necessary to remove any sharp edges, projections, or abrasive material which could damage the plastic during and after insertion.
- b) Plastic pipe or tubing shall be inserted into the casing pipe in such a manner so as to protect the plastic during the installation. The leading end of the plastic shall be closed before insertion. Care shall be taken to prevent the plastic piping from bearing on the end of the casing.
- c) The portion of the plastic piping exposed due to the removal of a section of the casing pipe shall be of sufficient strength to withstand the anticipated external loading, or it shall be protected with a suitable bridging piece capable of withstanding the anticipated external loading.
- d) The portion of the plastic piping that spans disturbed earth shall be adequately protected by a bridging piece or other means from crushing or shearing from external loading or settling of backfill.
- e) The piping shall be installed to provide for possible contraction. Cooling may be necessary before the last connection is made when the pipe has been installed in hot or warm weather. (See para. 842.396.)



f) Jika air berkumpul di antara *casing* dan pipa lintas di mana air tersebut dapat mengalami suhu pembekuan, maka pipa lintas dapat dikerutkan sampai titik di mana kapasitas dipengaruhi atau dinding pipa dapat dipecahkan dan bocor. Untuk menghindari hal ini, harus diambil satu atau lebih langkah-langkah berikut:

- 1) annulus di antara pipa lintas dan casing harus dijaga seminimum mungkin sehingga pertambahan volume air yang berubah menjadi es tidak sampai merusak pipa lintas;
- 2) pembuangan yang cukup pada casing harus tersedia
- 3) bahan pengisi semacam busa harus disisipkan ke dalam annulus diantara *casing* dan pipa lintas.

#### 842.44 Tekukan dan cabang.

Pengubahan arah perpipaan plastik boleh dilakukan dengan tekukan, Tee, atau *elbows* berdasarkan limitasi berikut :

- a) Pipa dan tubing plastik boleh dilengkungkan sampai radius tidak kurang dari minimum yang direkomendasikan oleh pamanufaktur untuk jenis, tipe, mutu, tebal dinding, dan diameter pipa plastik yang digunakan.
- b) Tekukan harus bebas dari tekukan, retakan, atau kerusakan lainnya.
- c) Pengubahan arah yang tidak dapat dibuat sesuai dengan butir 842.44(a) harus dibuat dengan fitting tipe *elbow*.
- d) Tekukan *miter* tidak diizinkan.
- e) Koneksi cabang harus dibuat dengan Tee tipe-soket atau fitting lain yang khusus didesain untuk keperluan ini.

**842.45 Reparasi *gouges* dan alur di lapangan.** Cacat *gouges* dan alur harus dihilangkan dengan memotong dan mengganti porsi yang rusak sebagai suatu silinder, atau direparasi sesuai dengan butir 852.52.

**842.46 Hot taps.** Semua *hot tap* harus dipasang oleh pekerja yang terlatih dan berpengalaman.

**842.47 Pembilasan.** Pembilasan pipa induk plastik dan pipa servis harus dilaksanakan sesuai dengan ketentuan butir

f) If water accumulates between the casing and the carrier pipe where it may be subjected to freezing temperatures, the carrier pipe can be constricted to the point where the capacity is affected or the pipe wall could be crushed and leak. To avoid this, one or more of the following steps shall be taken:

- 1) the annulus between the carrier pipe and casing shall be kept to a minimum so that the increased volume of water changing to ice will be insufficient to crush the carrier pipe;
- 2) adequate draining for the casing shall be provided
- 3) filler such as foam shall be inserted into the annulus between the casing and the carrier pipe.

**842.44 Bends and branches.** Changes in direction of plastic piping may be made with bends, tees, or elbows under the following limitations:

- a) Plastic pipe and tubing may be deflected to a radius not less than the minimum recommended by the manufacturer for the kind, type, grade, wall thickness, and diameter of the particular plastic used.
- b) The bends shall be free of buckles, cracks, or other evidence of damage.
- c) Changes in direction that cannot be made in accordance with (a) above shall be made with elbow type fittings.
- d) Miter bends are not permitted.
- e) Branch connections shall be made only with socket-type tees or other suitable fittings specifically designed for the purpose.

**842.45 Field repairs of gouges and grooves.** Injurious gouges or grooves shall be removed by cutting out and replacing the damaged portion as a cylinder or repaired in accordance with para. 852.52

**842.46 Hot taps.** All hot taps shall be installed by trained and experienced crews.

**842.47 Purging.** Purging of plastic mains and service lines shall be done in accordance with the applicable provisions of



841.275 dan 841.276 yang berlaku.

#### 842.5 Tes perpipaan plastik setelah konstruksi

**842.51 Persyaratan umum.** Semua perpipaan plastik harus dites tekan setelah konstruksi dan sebelum dioperasikan untuk membuktikan kekuatannya dan untuk mendemonstrasikan bahwa pipa tersebut tidak bocor.

*Tie-In.* Karena kadang-kadang diperlukan untuk membagi pipa penyalur dan pipa induk menjadi beberapa *section* untuk pengetesan, dan untuk pemasangan test heads, perpipaan penghubung, dan perlengkapan lain yang diperlukan, maka dalam hal ini tidak disyaratkan bahwa tie-in perpipaan dites. Akan tetapi, sambungan tie-in harus dites kebocoran.

#### 842.52 Persyaratan tes

- a) Prosedur tes yang digunakan, termasuk lamanya pengetesan, harus mampu mengetahui semua kebocoran pada bagian yang sedang dites dan harus diseleksi setelah mempertimbangkan isi volumetrik dari section dan lokasinya dengan seksama.
- b) Perpipaan termoplastik harus tidak dites pada suhu material di atas 140°F, dan perpipaan plastik *reinforced thermosetting* tidak boleh dites pada suhu material di atas 150°F. Namun demikian, lamanya tes perpipaan termoplastik di atas 100°F tidak boleh melebihi 96 jam.
- c) Harus tersedia waktu yang cukup sebelum memulai tes untuk menyetel sambungan dengan baik.
- d) Pipa penyalur dan pipa induk plastik harus dites pada tekanan yang tidak kurang dari 1,5 kali tekanan operasi maksimum atau 50 psig, pilih mana yang lebih besar, kecuali itu :
  - 1) tekanan tes untuk perpipaan plastik *reinforced thermosetting* boleh melebihi 3,0 kali tekanan desain pipa.
  - 2) tekanan uji untuk perpipaan termoplastik harus tidak melebihi 3,0 kali tekanan desain pipa pada suhu sampai dengan 100°F atau 2 kali tekanan desain pada suhu melebihi 100°F.

paras. 841.275 and 841.276.

#### 842.5 Testing plastic piping after construction

**842.51 General provisions.** All plastic piping shall be pressure tested after construction and before being placed in operation to prove its strength and to demonstrate that it does not leak.

*Tie-Ins.* Because it is sometimes necessary to divide a pipeline or main into sections for testing, and to install test heads, connecting piping, and other necessary appurtenances, it is not required that the tie-in sections of piping be tested. The tie-in joints, however, shall be tested for leaks.

#### 842.52 Test requirements

- a) The test procedure used, including the duration of the test, shall be capable of disclosing all leaks in the section being tested and shall be selected after giving due consideration to the volumetric content of the section and its location.
- b) Thermoplastic piping shall not be tested at material temperatures above 140°F, and reinforced thermosetting plastic piping shall not be tested at material temperatures above 150°F. The duration of the test of thermoplastic piping above 100°F, however, shall not exceed 96 hr.
- c) Sufficient time for joints to "set" properly just be allowed before the test is initiated.
- d) Plastic pipelines and mains shall be tested at a pressure not less than 1.5 times the maximum operating pressure or 50 psig, whichever is greater, except that:
  - 1) the test pressure for reinforced thermosetting plastic piping shall not exceed 3.0 times the design pressure of the pipe;
  - 2) the test pressure for thermoplastic piping shall not exceed 3.0 times the design pressure of the pipe at temperatures up to and including 100°F or 2.0 times the design pressure at temperatures exceeding 100°F.



e) Gas, udara, atau air boleh digunakan sebagai medium tes.

**842.53 Keselamatan kerja selama pengetesan.** semua pengetesan setelah konstruksi harus dilakukan dengan memperhatikan keselamatan pekerja dan masyarakat umum.

## **842.6 Pipa Induk tembaga**

### **842.61 Desain pipa induk tembaga**

**842.611** Bila digunakan untuk pipa induk gas, pipa atau tabung tembaga harus memenuhi persyaratan berikut :

- a) Pipa atau tabung tembaga tidak boleh digunakan untuk pipa induk bila tekanan melebihi 100 psig.
- b) Pipa atau tabung tembaga tidak boleh digunakan untuk pipa induk bila gas yang dibawa mengandung rata-rata lebih dari 0,3 butiran hidrogen sulfide per 100 standard kaki kubik gas. Nilai ini ekuivalen dengan patokan yang ditentukan melalui tes acetate timbel lihat butir 863.4).
- c) Pipa atau tubing tembaga untuk pipa induk harus mempunyai tebal dinding minimum 0,065 in dan harus *hard drawn*.
- d) Pipa atau tabung tembaga harus tidak boleh digunakan untuk pipa induk di mana regangan atau beban luar dapat merusak perpipaan.

**842.612 Katup pada perpipaan tembaga.** Katup yang dipasang pada perpipaan tembaga boleh dibuat dari material yang diizinkan oleh Standar ini.

**842.613 Penyambung pipa pada perpipaan tembaga.** Direkomendasikan bahwa fitting pada perpipaan tembaga dan yang diekspos terhadap tanah seperti *service tees*, fitting kontrol tekanan, dan sebagainya agar dibuat dari perunggu, tembaga, atau kuningan.

**842.614 Sambungan pada pipa dan tabung tembaga.** Pipa tembaga harus di-sambung dengan menggunakan kompresi tipe kopling atau sambungan tumpang yang di-brazing atau disolder. Bahan pengisi

e) Gas, air, or water may be used as the test medium.

**842.53 Safety during tests.** All testing after construction shall be done with due regard for the safety of employees and the public during the test.

## **842.6 Copper mains**

### **842.61 Design of copper mains**

**842.611** When used for gas mains, copper pipe or tubing shall conform to the following requirements.

- a) Copper pipe or tubing shall not be used for mains where the pressure exceeds 100 psig.
- b) Copper pipe or tubing shall not be used for mains where the gas carried contains more than an average of 0.3 grains of hydrogen sulfide per 100 standard cubic feet of gas. This is equivalent to a trace as determined by the lead acetate test. (See para. 863.4.)
- c) Copper tubing or pipe for mains shall have a minimum wall thickness of 0.065 in. and shall be hard drawn.
- d) Copper pipe or tubing shall not be used for mains where strain or external loading may damage the piping.

**842.612 Valves in copper piping.** Valves installed in copper lines may be made of any suitable material permitted by this Code.

**842.613 Fittings in copper piping.** It is recommended that fittings in copper piping and exposed to the soil, such as service tees, pressure control fittings, etc., be made of bronze, copper, or brass.

**842.614 Joints in copper pipe and tubing.** Copper pipe shall be joined by using either a compression type coupling or a brazed or soldered lap joint. The filler material used for brazing shall be a copper-



yang digunakan untuk *brazing* harus dari campuran tembaga-pospor atau campuran dasar perak. Lasan butt tidak diizinkan untuk penyambungan pipa atau tabung tembaga. Tabung tembaga tidak boleh diulir, tetapi pipa tembaga yang tebal dindingnya ekuivalen dengan ukuran pipa baja Schedule 40 dapat diulir dan digunakan untuk menghubungkan fitting atau katup bersekrup.

**842.615 Perlindungan terhadap korosi galvanik.** Ketentuan harus dibuat untuk mencegah aksi galvanik yang membahayakan di mana tembaga dihubungkan di bawah tanah dengan baja [lihat butir 862.144 (a)].

#### **842.62 Pengetesan pipa induk tembaga setelah konstruksi**

**842.621** Semua pipa induk tembaga harus dites setelah konstruksi sesuai dengan ketentuan butir 841.35.

#### **843 Stasiun kompresor**

##### **843.1 Desain stasiun kompresor**

**843.11 Lokasi bangunan kompresor.** Kecuali untuk pipa penyalur lepas-pantai, bangunan utama kompresor untuk stasiun kompresor gas hendaknya ditempatkan pada jarak bebas bangunan sekitarnya yang tidak di bawah pengawasan perusahaan untuk meminimumkan adanya bahaya api ke bangunan kompresor dari bangunan-bangunan dan properti sekitarnya. Ruang terbuka hendaknya disediakan secukupnya di sekitar bangunan untuk memungkinkan peralatan pemadam kebakaran dapat bergerak dengan bebas.

**843.12 Konstruksi bangunan.** Semua bangunan stasiun kompresor yang mampu nyai perpipaan gas dalam ukuran lebih besar dari NPS 2, atau peralatan penanganan gas (kecuali peralatan untuk keperluan perusahaan itu sendiri) harus dikonstruksi dari material tidak mudah terbakar atau terbatas daya terbakarnya seperti yang ditentukan dalam ANSI/NFPA 220.

**843.13 Jalan Keluar.** Minimum harus disediakan dua jalan keluar pada masing-masing lantai operasi bangunan kompresor

phosphorous alloy or silver base alloy. Butt welds are not permissible for joining copper pipe or tubing. Copper tubing shall not be threaded, but copper pipe with wall thickness equivalent to the comparable size of Schedule 40 steel pipe may be threaded and used for connecting screw fittings or valves.

**842.615 Protection against galvanic corrosion.** Provision shall be made to prevent harmful galvanic action where copper is connected underground to steel [see para. 862.114(a)].

#### **842.62 Testing of copper mains after construction**

**842.621** All copper mains shall be tested after construction in accordance with the provisions of para. 841.35.

#### **843 Compressor stations**

##### **843.1 Compressor station design**

**843.11 Location of compressor building.** Except for offshore pipelines, the main compressor building for gas compressor stations should be located at such clear distances from adjacent property not under control of the company as to minimize the hazard of communication of fire to the compressor building from structures on adjacent property. Sufficient open space should be provided around the building to permit the free movement of firefighting equipment.

**843.12 Building construction.** All compressor station buildings which house gas piping in sizes larger than NPS 2, or equipment handling gas (except equipment for domestic purposes) shall be constructed of noncombustible or limited combustible materials as defined in ANSI/NFPA 220.

**843.13 Exits.** A minimum of two exits shall be provided for each operating floor of a main compressor building, basements, and



utama, *basement*, dan setiap jalanan atau anjungan yang tingginya 10 kaki atau lebih dari atas permukaan tanah atau lantai. Catwalks untuk masing-masing mesin tidak memerlukan dua jalan keluar. Jalan-keluar dari setiap bangunan tersebut boleh tangga tetap, stairway, dll. Jarak maksimum dari setiap titik pada lantai operasi ke jalan keluar tidak boleh melebihi 75 kaki diukur dari garis pusat gang atau jalanan. Jalan keluar harus dari pintu yang tak terhalang yang ditempatkan sedemikian rupa sehingga memberikan kemungkinan untuk melarikan diri dengan mudah dan harus memberikan laluan yang tidak menghalangi ke tempat yang aman. Daun pintu harus dari tipe yang dapat dengan mudah dibuka dari dalam tanpa kunci. Semua pintu ayunan yang ditempatkan pada dinding luar harus terbuka ke arah luar.

**843.14 Area berpagar.** Setiap pagar yang dapat menghalangi atau mencegah pelarian orang-orang dari sekitar stasiun kompresor dalam keadaan darurat harus dilengkapi sekurang-kurangnya dua pintu gerbang. Pintu gerbang ini harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga memberikan kesempatan untuk melarikan diri dengan mudah ke tempat yang aman. Setiap pintu gerbang demikian yang berlokasi dalam jarak 200 kaki dari bangunan kompresor harus membuka ke arah luar dan tidak boleh terkunci (atau bisa dibuka dari dalam tanpa kunci) sewaktu area di dalam pagar tersebut dipakai atau ditempati. Sebagai alternatif, fasilitas lain yang mampu memberikan kemudahan serupa pada jalan keluar dari area boleh disediakan.

#### 843.2 Fasilitas listrik

Semua peralatan listrik dan kabel-kabel yang dipasang pada stasiun kompresor transmisi dan distribusi gas harus memenuhi persyaratan ANSI/NFPA 70, sepanjang peralatan tersebut memungkinkan tersedia secara komersial.

Instalasi listrik dalam lokasi berbahaya seperti yang ditentukan dalam ANSI/NFPA 70 dan yang tetap dalam keadaan operasi selama penutupan darurat stasiun kompresor sebagaimana yang ditentukan pada butir 843.431(a) harus didesain memenuhi ANSI/NFPA 70 untuk persyaratan Kelas 1, Divisi 1.

any elevated walkway or platform 10 ft or more above ground or floor level. Individual engine catwalks shall not require two exits. Exits of each such building may be fixed ladders, stairways, etc. The maximum distance from any point on an operating floor to an exit shall not exceed 75 ft, measured along the center line of aisles or walkways. Exits shall be unobstructed doorways located so as to provide a convenient possibility of escape and shall provide unobstructed passage to a place of safety. Door latches shall be of a type which can be readily opened from the inside without a key. All swinging doors located in an exterior wall shall swing outward.

**843.14 Fenced areas.** Any fence which may hamper or prevent escape of persons from the vicinity of a compressor station in an emergency shall be provided with a minimum of two gates. These gates shall be located so as to provide a convenient opportunity for escape to a place of safety. Any such gates located within 200 ft of any compressor plant building shall open outward and shall be unlocked (or capable of being opened from the inside without a key) when the area within the enclosure is occupied. Alternatively, other facilities affording a similarly convenient exit from the area may be provided.

#### 843.2 Electrical facilities

All electrical equipment and wiring installed in gas transmission and distribution compressor stations shall conform to the requirements of ANSI/NFPA 70, insofar as the equipment commercially available permits.

Electrical installations in hazardous locations as defined in ANSI/NFPA 70 and which are to remain in operation during compressor station emergency shutdown as provided in para. 843.431 (a) shall be designed to conform to ANSI/NFPA 70 for Class 1, Division I requirements.



**843.4 Peralatan stasiun kompresor****843.4 Compressor station equipment****843.41 Fasilitas perlakuan gas****843.41 Gas treating facilities**

**843.411 Pembuangan cairan.** Bila uap yang dapat mengembun terdapat dalam aliran gas dalam jumlah yang cukup untuk menjadikannya cair dalam kondisi tekanan dan suhu yang diantisipasi, aliran isap untuk setiap tingkat kompresi (atau setiap unit untuk kompresor sentrifugal) harus dilindungi terhadap sisipan cairan yang terbawa ke dalam kompresor dalam jumlah yang membahayakan. Setiap separator cairan yang digunakan untuk maksud ini harus dilengkapi dengan fasilitas pembuang cairan ke tempat lainnya yang dapat dioperasikan secara manual. Sebagai tambahan, fasilitas pembuang cairan otomatis atau alat penutup kompresor otomatis atau high liquid level alarm harus digunakan, apabila sejumlah cairan mungkin terbawa ke dalam kompresor.

**843.411 Liquid removal.** When condensable vapors are present in the gas stream in sufficient quantity to liquefy under the anticipated pressure and temperature conditions, the suction stream to each stage of compression (or to each unit for centrifugal compressors) shall be protected against the introduction of dangerous quantities of entrained liquids into the compressor. Every liquid separator used for this purpose shall be provided with manually operated facilities for removal of liquids therefrom. In addition, automatic liquid removal facilities or an automatic compressor shutdown device or a high liquid level alarm shall be used where slugs of liquid might be carried into the compressors.

**843.412 Peralatan pembuang cairan.** Separator cairan, kecuali jika dikonstruksi dari pipa dan fitting dan pengelasan internal tidak digunakan, harus dimanufaktur sesuai dengan Section VIII of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code. Separator cairan bila dikonstruksi dari pipa dan penyambung pipa tanpa pengelasan internal harus mengikuti persyaratan kelas lokasi 4.

**843.412 Liquid removal equipment.** Liquid separators, unless constructed of pipe and fittings and no internal welding is used, shall be manufactured in accordance with Section VIII of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code. Liquid separators when constructed of pipe and fittings without internal welding shall be in accordance with Location Class 4 requirements.

**843.42 Perlindungan kebakaran.** Fasilitas perlindungan kebakaran harus disediakan sesuai dengan rekomendasi *American Insurance Associations*. Jika pompa kebakaran adalah bagian fasilitas tersebut, maka pengoperasiannya harus tidak dipengaruhi oleh fasilitas penutupan darurat.

**843.42 Fire protection.** Fire protection facilities should be provided in accordance with the American Insurance Association's recommendations. If the fire pumps are a part of such facilities, their operation shall not be affected by emergency shutdown facilities.

**843.43 Piranti pengaman****843.43 Safety devices****843.431 Fasilitas *shutdown* darurat****843.431 Emergency shutdown facilities**

a) Setiap stasiun kompresor transmisi harus dilengkapi dengan sistem *shutdown* darurat supaya gas dapat diblokir ke luar stasiun dan *blowdown* perpipaan gas stasiun. Pengoperasian sistem penutupan darurat juga harus menyebabkan *shutdown* semua peralatan pengkompresi gas dan peralatan yang menggunakan

a) Each transmission compressor station shall be provided with an emergency shutdown system by means of which the gas can be blocked out of the station and the station gas piping blown down. Operation of the emergency shutdown system also shall cause the shutdown of all gas compressing equipment and all



pembakaran gas, dan harus memutuskan fasilitas listrik yang berlokasi di sekitar gas *header* dan dalam ruangan kompresor, kecuali fasilitas yang memberikan penerangan darurat untuk perlindungan personil dan fasilitas yang diperlukan untuk melindungi peralatan. Sistem *shutdown* darurat harus sekurang-kurangnya terdapat di dua lokasi di luar area gas stasiun, sebaiknya dekat gerbang-gerbang jalan keluar dalam pagar stasiun, tetapi tidak melebihi 500 kaki dari batas-batas stasiun. Perpipa *blowdown* harus dipasang menuju suatu lokasi di mana pelepasan gas tidak mungkin menimbulkan bahaya pada stasiun kompresor atau daerah sekitarnya. Stasiun kompresor lapangan yang tidak dijaga dari 1000 pk dan kurang tidak termasuk dalam ketentuan paragraf ini.

- b) Setiap stasiun kompresor yang mensuplai gas langsung ke suatu sistem distribusi harus dilengkapi dengan fasilitas *shutdown* darurat yang ditempatkan di luar bangunan stasiun kompresor agar semua gas dalam keadaan darurat dapat diblokir ke luar dari stasiun, asalkan ada sumber gas lain yang cukup untuk sistem distribusi. Fasilitas *shutdown* ini dapat dioperasikan secara otomatis atau manual tergantung desain kondisi setempat. Bila sumber gas lain tidak tersedia, maka fasilitas *shutdown* tersebut tidak boleh dipasang yang dikhawatirkan dapat berfungsi pada waktu yang tidak tepat dan menyebabkan keterlambatan pada sistem distribusi harus dibuat.

**843.432 Penyetop mesin karena kecepatan lebih.** Setiap penggerak utama kompresor, kecuali motor sinkron atau motor induksi listrik harus dilengkapi dengan alat otomatis yang dirancang untuk me-*shutdown* unit sebelum kecepatan aman maksimum dari penggerak utama atau unit sebagaimana ditetapkan masing-masing pamanufaktur terlampaui.

#### **843.44 Persyaratan batas tekanan pada stasiun kompresor**

**843.441** Pelepas tekanan atau alat pelindung lainnya dengan kapasitas dan

gas fired equipment, and shall de-energize the electrical facilities located in the vicinity of gas headers and in the compressor room, except those that provide emergency lighting for personnel protection and those that are necessary for protection of equipment. The emergency shutdown system shall be operable from any one of at least two locations outside the gas area of the station, preferably near exit gates in the station fence, but not more than 500 ft from the limits of the stations. Blowdown piping shall extend to a location where the discharge of gas is not likely to create a hazard to the compressor station or surrounding area. Unattended field compressor stations of 1000 hp and less are excluded from the provisions of this paragraph.

- b) Each compressor station supplying gas directly to a distribution system shall be provided with emergency shutdown facilities located outside the compressor station buildings by means of which all gas can be blocked out of the station, provided there is another adequate source of gas for the distribution system. These shutdown facilities can be either automatic or manually operated as local conditions designate. When no other gas source is available, no shutdown facilities shall be installed that might function at the wrong time and cause an outage on the distribution system shall be made.

**843.432 Engine overspeed stops.** Every compressor prime mover, except electrical induction or synchronous motors, shall be provided with an automatic device which is designed to shut down the unit before the maximum safe speed of either the prime mover or of driven unit, as established by the respective manufacturers is exceeded.

#### **843.44 Pressure limiting requirements in compressor stations**

**843.441** Pressure relief or other suitable protective devices of sufficient capacity and



kepekaan yang memadai harus dipasang dan dipertahankan untuk menjamin tekanan operasi-boleh maksimum perpipaan dan peralatan stasiun, tidak melampaui lebih dari 10%.

**843.442** Katup pelepas tekanan atau piranti pembatas tekanan, seperti *pressure-switch* atau piranti pelepas muatan, harus dipasang pada saluran pembuangan setiap kompresor transmisi positive displacement antara kompresor gas dan katup blok pembuangan pertama. Jika katup pelepasan tekanan merupakan piranti *overprotection* utama, maka kapasitas pelepasan harus sama dengan atau lebih besar dari pada kapasitas kompresor. Jika katup pelepas pada kompresor tidak mencegah kemungkinan terjadinya tekanan-lebih pada pipa penyalur seperti yang dispesifikasikan pada butir 845, maka alat pelepas harus dipasang pada pipa penyalur untuk mencegah terjadinya tekanan melebihi pembatasan yang ditentukan oleh Standar ini.

**843.443** Pembuangan gas. Saluran buang yang disediakan untuk mengeluarkan gas dari katup pelepas tekanan ke atmosfer harus direntangkan sampai ke lokasi di mana gas boleh dibuang tanpa menimbulkan bahaya. Saluran buang harus mempunyai kapasitas memadai sehingga tidak menghalangi kinerja katup pelepas.

**843.45 Kontrol bahan bakar gas.** Suatu alat otomatis yang didesain untuk menutup aliran bahan bakar gas pada saat mesin berhenti harus dipasang pada setiap mesin gas yang bekerja dengan tekanan injeksi gas. *Manifold* distribusi mesin tersebut harus dibuang serempak secara otomatis.

**843.46 Kegagalan pendinginan dan pelumasan.** Semua unit kompresor harus dilengkapi dengan alat shutdown atau alarm yang beroperasi pada saat pendinginan atau pelumasan unit kompresor tidak mencukupi.

sensitivity shall be installed and maintained to assure that the maximum allowable operating pressure of the station piping and equipment is not exceeded by more than 10%.

**843.442** A pressure relief valve or pressure limiting device, such as a pressure switch or unloading device, shall be installed in the discharge line of each positive displacement transmission compressor between the gas compressor and the first discharge block valve. If a pressure relief valve is the primary overprotection device, then the relieving capacity shall be equal to or greater than the capacity of the compressor. If the relief valves on the compressor do not prevent the possibility of overpressuring the pipeline as specified in para. 845, a relieving or pressure limiting device shall be installed on the pipeline to prevent it from being overpressured beyond the limits prescribed by this Code.

**843.443** Venting. Vent lines provided to exhaust the gas from the pressure relief valves to atmosphere shall be extended to a location where the gas may be discharged without undue hazard. Vent lines shall have sufficient capacity so that they will not inhibit the performance of the relief valve.

**843.45 Fuel gas control.** An automatic device designed to shut off the fuel gas when the engine stops shall be provided on each gas engine operating with pressure gas injection. The engine distribution manifold shall be automatically vented simultaneously.

**843.46 Cooling and lubrication failures.** All gas compressor units shall be equipped with shutdown or alarm devices to operate in the event of inadequate cooling or lubrication of the units.



**843.47 Pencegahan ledakan**

**843.471 Mufflers.** Badan luar *mufflers* untuk mesin yang menggunakan gas sebagai bahan bakar harus dirancang sesuai dengan praktek rekayasa yang baik dan harus dikonstruksi dari material duktil. Direkomendasikan agar semua kompartemen *mufflers* dimanufaktur dengan slots atau lubang-lubang buang dalam baffles untuk mencegah gas terjebak dalam mufflers.

**843.472 Ventilasi bangunan.** Ventilasi harus cukup untuk memastikan bahwa karyawan tidak akan mengalami bahaya dalam kondisi operasi normal (atau kondisi abnormal seperti *blown gasket*, *packing gland*, dan sebagainya) oleh akumulasi uap atau gas mudah-nyala atau beracun pada konsentrasi yang membahayakan dalam ruangan, sumps (tempat minyak berkumpul), ruangan di bawah atap bangunan, terowongan, atau tempat tertutup serupa lainnya.

**843.48 Sistem pendeteksi gas dan alarmnya.**

a) Setiap rumah kompresor di stasiun kompresor dimana konsentrasi bahaya atas adanya akumulasi gas harus dilengkapi dengan alat pendeteksi permanen dan sistem alarm, kecuali bangunan tersebut :

- 1) Paling tidak 50 % konstruksi atap secara permanen terbuka atau dilengkapi dengan ventilasi paksa atau alami atau
- 2) Stasiun kompresor tanpa operator dengan daya 1000 daya kuda atau kurang dan memiliki ventilasi yang memadai.

b) Kecuali jika *shutdown* dari sistem diperlukan untuk perawatan (lihat para 853.16), masing-masing bagian gas deteksi dan sistem alarm yang diperlukan harus:

- 1) Pemantauan secara kontinyu rumah kompresor untuk konsentrasi gas di udara tidak lebih 25 % dari ambang batas bawah ledakan.

**843.47 Explosion prevention**

**843.471 Mufflers.** The external shell of mufflers for engines using gas as fuel shall be designed in accordance with good engineering practice and shall be constructed of ductile materials. It is recommended that all compartments of the muffler be manufactured with vent slots or holes in the baffles to prevent gas from being trapped in the muffler.

**843.472 Building ventilation.** Ventilation shall be ample to assure that employees are not endangered under normal operating conditions (or such abnormal conditions as a blown gasket, packing gland, etc.) by accumulations of hazardous concentrations of flammable or noxious vapors or gases in rooms, sumps, attics, pits, or similarly enclosed places, or in any portion thereof.

**843.48 Gas detection and alarm systems.**

a) Each compressor building in a compressor station where hazardous concentrations of gas may accumulate shall have a fixed gas detection and alarm system unless the building is:

- 1) Constructed so that at least 50% of its upright side area is permanently open to the atmosphere or adequately ventilated by forced or natural ventilation; or
- 2) In an unattended field compressor station location of 1,000 hp or less and adequately ventilated

b) Except when shutdown of the system is necessary for maintenance (see para. 853.16), each gas detection and alarm system required by this section shall

- 1) Continuously monitor the compressor building for a concentration of gas in air of not more than 25% of the lower explosive limit



- 2) Peringatkan personel yang masuk dan personel di dalam bangunan mengenai bahaya jika konsentrasi gas berlebihan.
- c) Konfigurasi rumah kompresor harus dipertimbangkan dalam memilih sejumlah, jenis dan penempatan dari detektor dan alarm.
- d) Sinyal alarm harus unik dan segera dikenali, dengan menganggap latar belakang kebisingan dan penerangan, ke personel yang di dalam atau segera di luar masing-masing rumah kompresor

### 843.5 Perpipaian stasiun kompresor

**843.51 Perpipaian Gas.** Berikut ini adalah ketentuan umum yang berlaku untuk semua perpipaian gas.

**843.511 Spesifikasi perpipaian gas.** Semua perpipaian gas stasiun kompresor kecuali perpipaian instrumen, kontrol, dan sampel, ke dan termasuk koneksi ke pipa penyalur induk, harus dari baja dan harus menggunakan faktor desain F Tabel 841.114B. Katup yang komponen rumahnya terbuat dari besi ulet tidak boleh digunakan sebagai komponen perpipaian gas dalam hal ini [lihat butir 831. 11 (b)].

**843.512 Instalasi perpipaian gas.** Ketentuan pada butir 841.2 harus diterapkan untuk perpipaian gas pada stasiun kompresor.

**843.513 Pengujian perpipaian gas.** Semua perpipaian gas di dalam stasiun kompresor harus diuji sesudah instalasi sesuai dengan ketentuan pada butir 841.3 untuk pipa penyalur dan pipa induk pada lokasi Kelas 3, kecuali itu tambahan kecil pada stasiun-operasi tidak perlu diuji bila kondisi operasi membuatnya tidak praktis untuk diuji.

**843.514 Identifikasi katup dan perpipaian.** Semua katup dan kontrol darurat harus diidentifikasi dengan tanda. Fungsi dari semua perpipaian gas tekan yang penting harus diidentifikasi dengan tanda atau kode warna.

- 2) Warn persons about to enter the building and persons inside the building of the danger if that concentration of gas is exceeded
- c) The compressor building configuration shall be considered in selecting the number, type, and placement of detectors and alarms.
- d) Alarm signals shall be unique and immediately recognizable, considering background noise and lighting, to personnel who are inside or immediately outside each compressor building

### 843.5 Compressor station piping

**843.51 Gas Piping.** The following are general provisions applicable to all gas piping.

**843.511 Specifications for gas piping.** All compressor station gas piping, other than instrument, control and sample piping, to and including connections to the main pipeline, shall be of steel and shall use a design factor F per Table 841.114B. Valves having shell components made of ductile iron may be used subject to the limitations in para. 831.11(b).

**843.512 Installation of gas piping.** The provisions of para. 841.2 shall apply where appropriate to gas piping in compressor stations.

**843.513 Testing of gas piping.** All gas piping within a compressor station shall be tested after installation in accordance with the provisions of para. 841.3 for pipelines and mains in Class 3 locations, except that small additions to operating stations need not be tested where operating conditions make it impractical to test.

**843.514 Identification of valves and piping.** All emergency valves and controls shall be identified by signs. The function of all important gas pressure piping shall be identified by signs or color codes.



**843.52 Perpipaan bahan bakar gas.** Berikut ini adalah ketentuan khusus yang berlaku hanya untuk stasiun kompresor perpipaan bahan bakar gas.

**843.521** Semua pipa bahan bakar gas di dalam stasiun kompresor, yang melayani berbagai bangunan dan daerah pemukiman harus dilengkapi dengan katup penutup utama yang ditempatkan di luar bangunan atau di luar daerah pemukiman.

**843.522** Fasilitas pengatur tekanan untuk sistem bahan bakar gas pada stasiun kompresor harus dilengkapi dengan alat pembatas tekanan untuk mencegah tekanan operasi normal sistem dilampaui lebih dari 25% atau tekanan operasi-boleh maksimum lebih dari 10%.

**843.523** Ketentuan yang sesuai harus dibuat untuk mencegah bahan bakar gas memasuki *power cylinder* mesin dan bagian-bagian yang bergerak sewaktu pekerjaan berlangsung pada mesin atau peralatan yang digerakkan oleh mesin

**843.524** Semua gas-bahan bakar untuk keperluan sendiri pada stasiun kompresor yang baunya tidak dianggap cukup berfungsi sebagai tanda peringatan bila terjadi kebocoran gas harus diberikan zat pembau seperti yang ditetapkan dalam butir 871.

### **843.53 Sistem perpipaan udara**

**843.531** Semua perpipaan udara pada stasiun kompresi gas harus dikonstruksi sesuai dengan ASME B31.3.

**843.532** Tekanan udara awal, volume penyimpanan, dan ukuran sambungan perpipaan harus mencukupi untuk memutar mesin pada kecepatan poros engkol dan untuk jumlah putaran yang diperlukan untuk membilas bahan bakar gas dari silinder ruang bakar dan *muffler*. Rekomendasi pamanufaktur mesin dapat digunakan sebagai petunjuk dalam menentukan faktor-faktor ini. Pertimbangan hendaknya diberikan pada jumlah mesin yang dipasang dan kemungkinan untuk menjalankan mesin ini dalam periode waktu singkat.

**843.52 Fuel gas piping.** The following are specific provisions applicable to compressor station fuel gas piping only.

**843.521** All fuel gas lines within a compressor station that serve the various buildings and residential areas, shall be provided with master shutoff valves located outside of any building or residential area.

**843.522** The pressure regulating facilities for the fuel gas system for a compressor station shall be provided with pressure-limiting devices to prevent the normal operating pressure of the system from being exceeded by more than 25%, or the maximum allowable operating pressure by more than 10%.

**843.523** Suitable provision shall be made to prevent fuel gas from entering the power cylinders of an engine and actuating moving parts while work is in progress on the engine or on equipment driven by the engine.

**843.524** All fuel gas used for domestic purposes at a compressor station which has an insufficient odor of its own to serve as a warning in the event of its escape shall be odorized as prescribed in para. 871.

### **843.53 Air piping system**

**843.531** All air piping within gas compressing stations shall be constructed in accordance with ASME B31.3.

**843.532** The starting air pressure, storage volume, and size of connecting piping shall be adequate to rotate the engine at the cranking speed and for the number of revolutions necessary to purge the fuel gas from the power cylinder and muffler. The recommendations of the engine manufacturer may be used as a guide in determining these factors. Consideration should be given to the number of engines installed and to the possibility of having to start several of these engines within a short period of time.



**843.533** Katup searah harus dipasang pada saluran udara *start* di dekat masing-masing mesin untuk mencegah adanya aliran balik dari mesin ke dalam sistem perpipaan udara. Katup check juga harus ditempatkan pada saluran udara induk di dekat outlet tangki atau tangki udara. Direkomendasikan agar peralatan untuk pendinginan udara, pengeluaran embun, dan minyak dipasang di antara kompresor udara-*start* dan tangki penyimpanan udara.

**843.534** Ketentuan yang sesuai harus dibuat untuk mencegah udara-awal memasuki silinder ruang bakar mesin dan bagian-bagian yang bergerak sewaktu pekerjaan sedang berlangsung pada mesin atau pada peralatan yang digerakkan oleh mesin. Cara yang dapat diterima untuk menyelesaikan ini adalah dengan memasang flensa penutup, membuang sebagian perpipaan suplai udara, atau menutup dan mengunci katup penyekat dan membuka dan mengunci bagian buangan perpipaan tersebut.

**843.535 Penampung udara.** Penampung udara atau botol penyimpanan udara yang digunakan dalam stasiun kompresor harus dikonstruksi dan diperalati sesuai dengan Section VIII of the BPV Code.

**843.54 Perpipaan minyak pelumas.** Semua perpipaan minyak pelumas dalam stasiun kompresi gas harus dikonstruksi sesuai dengan ASME B31.3.

**843.55 Perpipaan air.** Semua perpipaan air dalam stasiun kompresi gas harus dikonstruksi sesuai dengan ASME B31.1.

**843.56 Perpipaan uap.** Semua perpipaan uap dalam stasiun kompresi gas harus dikonstruksi sesuai dengan ASME B31.1.

**843.57 Perpipaan hidrolik.** Semua perpipaan tenaga hidrolik dalam stasiun kompresi gas harus dikonstruksi sesuai dengan ASME B31.3.

**843.533** A check valve shall be installed in the starting air line near each engine to prevent backflow from the engine into the air piping system. A check valve shall also be placed in the main air line on the immediate outlet side of the air tank or tanks. It is recommended that equipment for cooling the air and removing the moisture and entrained oil be installed between the starting air compressor and the air storage tanks.

**843.534** Suitable provision shall be made to prevent starting air from entering the power cylinders of an engine and actuating moving parts while work is in progress on the engine or on equipment driven by the engines. Acceptable means of accomplishing this are installation of a blind flange, removal of a portion of the air supply piping, or locking closed a stop valve and locking open a vent downstream from it.

**843.535 Air receivers.** Air receivers or air storage bottles for use in compressor stations shall be constructed and equipped in accordance with Section VIII of the BPV Code.

**843.54 Lubricating oil piping.** All lubricating oil piping within gas compressing stations shall be constructed in accordance with ASME B31.3.

**843.55 Water piping.** All water piping within gas compressing stations shall be constructed in accordance with ASME B31.1.

**843.56 Steam piping.** All steam piping within gas compressing stations shall be constructed in accordance with ASME B31.1.

**843.57 Hydraulic piping.** All hydraulic power piping within gas compressing stations shall be constructed in accordance with ASME B31.3.



**844 Holder tipe pipa dan tipe botol**

**844.1** *Holder* tipe pipa pada hal lintas yang tidak di bawah penggunaan dan pengawasan eksklusif dari perusahaan pengelola

Holder tipe pipa yang akan dipasang di jalan raya, jalan tol atau jalan swasta yang tidak di bawah pengawasan dan penggunaan eksklusif perusahaan pengelola harus didesain, dipasang, dan dites sesuai dengan ketentuan standar ini yang berlaku untuk pipa penyalur yang dipasang pada lokasi yang sama dan dioperasikan pada tekanan maksimum yang sama.

**844.2 Holder tipe botol**

*Holder* tipe botol harus ditempatkan di atas tanah milik atau di bawah pengawasan dan penggunaan eksklusif dari perusahaan pengelola.

**844.3** *Holder* tipe pipa dan tipe botol pada properti dibawah penggunaan dan pengawasan eksklusif dari perusahaan pengelola.

**844.31** Tempat penyimpanan harus dikelilingi seluruhnya dengan pagar untuk mencegah masuknya orang-orang yang tidak berkepentingan.

**844.32**

a) *Holder* tipe pipa atau tipe botol yang akan dipasang pada properti di bawah pengawasan dan penggunaan eksklusif perusahaan pengelola harus didesain sesuai dengan faktor desain konstruksi. Pemilihannya tergantung pada lokasi kelas di mana holder tersebut diletakkan; jarak antara kontainer pipa atau botol dan pagar, dan tekanan operasi maksimum, adalah seperti berikut:

**844 Pipe-type and bottle-type holders**

**844.1** Pipe-type holders in rights-of-way not under exclusive use and control of the operating company

A pipe-type holder which is to be installed in streets, highways, or in private rights-of-way not under the exclusive control and use of the operating company shall be designed, installed, and tested in accordance with the provisions of this Code applicable to a pipeline installed in the same location and operated at the same maximum pressure.

**844.2 Bottle-type holders**

Bottle-type holders shall be located on land owned or under the exclusive control and use of the operating company.

**844.3** Pipe-type and bottle-type holders on property under the exclusive use and control of the operating company

**844.31** The storage site shall be entirely surrounded with fencing to prevent access by unauthorized persons.

**844.32**

a) A pipe-type or bottle-type holder that is to be installed on property under the exclusive control and use of the operating company shall be designed in accordance with construction design factors. The selection of these factors depends on the class location in which the site is situated, the clearance between the pipe containers or bottles and the fence, and the maximum operating pressure, as follows:



**Faktor desain F  
(Design factors F)**

Holder site class location	Minimum clearance between containers and fenced boundaries of site 25 ft to 100 ft	Minimum clearance between containers and fenced boundaries of site 100 ft and over
1	0.72	0.72
2	0.60	0.72
3	0.60	0.60
4	0.40	0.40

- b) Jarak minimum antara kontainer dan batas lokasi yang dipagari ditetapkan oleh tekanan operasi maksimum holder sebagai berikut :

Maximum operating pressure, psi
Less than 1000
1000 or more

- b) The minimum clearance between containers and the fenced boundaries of the site is fixed by the maximum operating pressure of the holder as follows:

Minimum clearance, ft
25
100

- c) Jarak Minimum antara kontainer pipa atau botol-botol. Jarak minimum dalam inci antara kontainer pipa atau botol harus ditentukan dengan rumus berikut :

$$C = \frac{3DPF}{1000}$$

- c) *Minimum clearance between pipe containers or bottles.* The minimum distance in inches between pipe containers or bottles shall be determined by the following formula:

$$C = \frac{3DPF}{1000}$$

di mana:

C = jarak minimum antara kontainer pipa atau botol, in.

D = diameter luar kontainer pipa atau botol, in.

F = faktor desain [lihat butir 844.32(a)]

P = tekanan operasi boleh maksimum, psig

where:

C = minimum clearance between pipe containers or bottles, in.

D = outside diameter of pipe container or bottle, in.

F = design factor [see para. 844.32(a)]

P = maximum allowable operating pressure, psig

- d) Kontainer pipa harus ditanam dengan puncak masing-masing kontainer tidak kurang dari 24 inci di bawah permukaan tanah.

- d) Pipe containers shall be buried with the top of each container not less than 24 in. below the ground surface.

- e) Botol harus ditanam dengan puncak masing-masing kontainer di bawah saluran frost normal tetapi tidak kurang dari 24 inci ke permukaan.

- e) Bottles shall be buried with the top of each container below the normal frost line but in no case closer than 24 in. to the surface.

- f) Holder tipe pipa harus dites sesuai dengan ketentuan butir 841.32 untuk pipa penyalur yang ditempatkan dalam lokasi kelas yang sama seperti tempatnya

- f) Pipe-type holders shall be tested in accordance with the provisions of para. 841.32 for a pipeline located in the same class location as the holder site, provided,



*holder*, asalkan dalam kasus di mana tes tekanan akan menghasilkan tegangan melingkar 80% kuat luluh minimum spesifikasi-pipa atau lebih besar, air harus digunakan sebagai medium tes.

however, that in any case where the test pressure will produce a hoop stress of 80% or more of the specified minimum yield strength of the pipe, water shall be used as the test medium.

#### **844.4 Ketentuan khusus yang berlaku hanya untuk holder tipe botol**

**844.41** *Holder* tipe botol boleh dimanufaktur dari baja yang tidak mampu-las di bawah kondisi lapangan, asalkan mengikuti semua pembatasan berikut :

- a) *Holder* tipe botol yang dibuat dari baja paduan harus memenuhi persyaratan kimia dan tarikan untuk berbagai grade baja dalam ASTM A 372.
- b) Rasio kuat luluh aktual terhadap kuat tarik aktual tidak boleh sama sekali melebihi 0,85.
- c) Pengelasan tidak boleh dilakukan pada botol sesudah diberikan perlakuan panas dan atau pelepasan tegangan, dengan pengecualian untuk maksud perlindungan katodik harus diizinkan memautkan kawat tembaga kecil pada porsi diameter kecil tutup ujung botol menggunakan proses las localized thermit (muatan atau charge tidak melebihi 15 gram) diizinkan.
- d) Botol termaksud harus dites hidrostatis di pabrik dan tidak perlu dites hidrostatis ulang pada waktu pemasangan. Tekanan tes pabrik tidak boleh kurang dari tekanan yang diperlukan untuk menghasilkan tegangan melingkar yang besarnya sama dengan 85% kuat luluh minimum spesifikasi baja. Inspeksi yang seksama harus dilakukan terhadap botol pada waktu pemasangan dan botol yang rusak tidak boleh digunakan.
- e) Perpipaan pada botol dan perpipaan penghubung harus dites kerapatan 'tightness' sesudah pemasangan menggunakan udara atau gas pada tekanan 50 psi di atas tekanan operasi maksimum.

#### **844.5 Ketentuan umum yang berlaku untuk *holder* tipe botol dan tipe pipa**

- a) Gas yang mengandung lebih dari 0,1 grain hydrogen sulfide per-100 kaki kubik standar tidak boleh disimpan bila kondisi bebas-air dinyatakan atau diantisipasi tanpa menggunakan cara-cara yang memadai untuk mengidentifikasi, meredakan, atau mencegah korosi internal yang

#### **844.4 Special provisions applicable to bottle-type holders only**

**844.41** A bottle-type holder may be manufactured from steel which is not weldable under field conditions, subject to all of the following limitations.

- a) Bottle-type holders made from alloy steel shall meet the chemical and tensile requirements for the various grades of steel in ASTM A 372.
- b) In no case shall the ratio of actual yield strength to actual tensile strength exceed 0.85.
- c) Welding shall not be performed on such bottles after they have been heat treated and/or stress relieved, except that it shall be permissible to attach small copper wires to the small diameter portion of the bottle end closure for cathodic protection purposes using a localized thermit welding process. (Charge not to exceed 15 g.)
- d) Such bottles shall be given a hydrostatic test in the mill and need not be retested hydrostatically at the time of installation. The mill test pressure shall not be less than that required to produce a hoop stress equal to 85% of the specified minimum yield strength of the steel. Careful inspection of the bottles at the time of installation shall be made, and no damaged bottle shall be used.
- e) Such bottles and connecting piping shall be tested for tightness after installation using air or gas at a pressure of 50 psi above the maximum operating pressure.

#### **844.5 General provisions applicable to both pipe-type and bottle-type holders**

- a) No gas containing more than 0.1 grain of hydrogen sulfide per 100 standard cubic feet shall be stored when free water is present or anticipated without employing suitable means to identify, mitigate, or prevent detrimental internal corrosion (see para. 863).



merugikan (lihat butir 863).

- b) Ketentuan harus dibuat untuk mencegah formasi atau akumulasi cairan dalam *holder*, perpipaan penghubung, dan peralatan bantu yang dapat menyebabkan korosi atau dapat mengganggu keamanan operasi alat penyimpan. Katup pelepas harus dipasang sesuai dengan ketentuan Standar ini yang mempunyai kapasitas pelepasan cukup untuk membatasi tekanan yang timbul pada saluran pengisi dan pada *holder* penyimpan sampai 100% tekanan desain *holder*, atau sampai tekanan yang menghasilkan tegangan melingkar 75% kuat luluh minimum spesifikasi baja, dipilih mana yang lebih rendah.

#### **845 Pengendalian dan pembatasan tekanan gas**

**845.1** Persyaratan dasar untuk perlindungan terhadap terjadinya tekanan lebih. Setiap pipa penyalur, pipa induk, sistem distribusi, meter pelanggan dan fasilitas-fasilitas yang dihubungkan, stasiun kompresor, holder tipe pipa, *holder* tipe botol, kontainer yang dipabrikasi dari pipa dan fitting, dan semua peralatan khusus, jika dihubungkan pada suatu kompresor atau pada suatu sumber gas di mana kegagalan pengendalian tekanan atau penyebab lainnya dapat menyebabkan suatu tekanan yang akan melebihi tekanan operasi-boleh maksimum dari fasilitas (sesuai butir 805.214), harus dilengkapi dengan piranti pelepas tekanan atau piranti pembatas tekanan yang memadai. Ketentuan khusus untuk regulator servis dinyatakan dalam butir 845.24.

#### **845.2 Pengendalian dan pembatasan tekanan gas**

**845.21** Pengendalian dan pembatasan tekanan gas pada *holder*, pipa penyalur, dan semua fasilitas yang pada suatu waktu dapat menjadi bottle tight

**845.212** Tipe piranti protektif yang cocok untuk mencegah berlebihnya tekanan pada fasilitas-fasilitas tersebut termasuk :

- a) katup pelepas berpegas dari tipe yang memenuhi ketentuan BPV Code, Section VIII;

- b) Provision shall be made to prevent the formation or accumulation of liquids in the holder, connecting piping, and auxiliary equipment that might cause corrosion or might interfere with the safe operation of the storage equipment. Relief valves shall be installed in accordance with provisions of this Code which will have relieving capacity adequate to limit the pressure imposed on the filling line and thereby on the storage holder to 100% of the design pressure of the holder, or to that pressure which produces a hoop stress of 75% of the specified minimum yield strength of the steel, whichever is the lesser.

#### **845 Control and limiting of gas pressure**

**845.1** Basic requirement for protection against accidental overpressuring. Every pipeline, main, distribution system, customer's meter and connected facilities, compressor station, pipe-type holder, bottle-type holder, container fabricated from pipe and fittings, and all special equipment, if connected to a compressor or to a gas source where the failure of pressure control or other causes might result in a pressure which would exceed the maximum allowable operating pressure of the facility (refer to para. 805.214), shall be equipped with suitable pressure relieving or pressure limiting devices. Special provisions for service regulators are set forth in para. 845.24.

#### **845.2 Control and limiting of gas pressure**

**845.21** Control and limiting of gas pressure in holders, pipelines, and all facilities that might at times be bottle tight

**845.212** Suitable types of protective devices to prevent overpressuring of such facilities include:

- a) spring-loaded relief valves of types meeting the provisions of BPV Code, Section VIII;



- b) pilot-loaded back pressure regulators yang digunakan sebagai katup pelepas, yang didesain sedemikian rupa sehingga kegagalan sistem pilot atau saluran kontrol akan menyebabkan terbukanya regulator tersebut;
- c) *rupture disk* dari tipe yang memenuhi ketentuan BPV Code, Section VIII, Division 1.

**845.213** Tekanan operasi-boleh maksimum untuk pipa penyalur dan pipa induk baja atau plastik. Tekanan ini didefinisikan sebagai tekanan operasi maksimum yang boleh dikenakan pada pipa penyalur atau pipa induk sesuai dengan ketentuan Standar ini. Untuk suatu pipa penyalur atau pipa induk, tekanan operasi-boleh maksimum harus lebih kecil dari empat item di bawah ini:

- a) tekanan desain (ditentukan dalam butir 805.212) elemen yang terlemah dari pipa penyalur atau pipa induk. Dengan mengasumsikan bahwa semua fitting, katup, dan aksesoris lainnya dalam saluran dengani rating tekanan yang cukup, maka tekanan operasi-boleh maksimum pipa penyalur atau pipa induk harus tekanan desain yang ditentukan sesuai dengan butir 841.11 untuk baja atau butir 842.3 untuk plastik.
- b) tekanan yang diperoleh dengan jalan membagi tekanan tes pipa penyalur atau pipa induk sesudah konstruksi dengan faktor yang sesuai dengan lokasi kelas yang dilibatkan, seperti berikut :

- b) pilot-loaded back-pressure regulators used as relief valves, so designed that failure of the pilot system or control lines will cause the regulator to open;
- c) rupture disks of the type meeting the provisions of BPV Code, Section VIII, Division 1.

**845.213** Maximum allowable operating pressure for steel or plastic pipelines or mains. This pressure is by definition the maximum operating pressure to which the pipeline or main may be subjected in accordance with the requirements of this Code. For a pipeline or main, the maximum allowable operating pressure shall not exceed the lesser of the following four items:

- a) the design pressure (defined in para. 805.212) of the weakest element of the pipeline or main. Assuming that all fittings, valves, and other accessories in the line have an adequate pressure rating, the maximum allowable operating pressure of a pipeline or main shall be the design pressure determined in accordance with para. 841.11 for steel or para. 842.3 for plastic; or
- b) the pressure obtained by dividing the pressure to which the pipeline or main is tested after construction by the appropriate factor for the Location Class involved, as follows:

	<u>Location class</u>	<u>Pressure for steel <sup>1</sup></u>	<u>Pressure for plastic</u>
1	Division 1	<u>Test pressure</u> 1.25	N.A.
1	Division 2	<u>Test pressure</u> 1.25	<u>Test pressure</u> 1.50
2		<u>Test pressure</u> 1.25	<u>Test pressure</u> 1.50
3		<u>Test pressure</u> <sup>2</sup> 1.25	<u>Test pressure</u> 1.50
4		<u>Test pressure</u> <sup>2</sup> 1.25	<u>Test pressure</u> 1.50

#### NOTES

- (1) See para. 845.214 for test factors applicable to conversion of pipelines with unknown factors.
- (2) Other factors should be used if the line was tested under the special conditions described in paras. 841.322(d), 841.325, and 841.33. In such cases, use factors that are consistent with the applicable requirements of these sections.



- c) Tekanan aman maksimum harus dikenakan pada pipa atau bagian utama berdasarkan operasinya maupun sejarah emeliharaan (untuk pipa, lihat paragraf 851.1)
- d) Jika pipa service dihubungkan dengan pipa jaringan atau pipa utama, batasannya ditentukan pada paragraf 845.223(b) dan (e)

**845.214** Pengkualifikasian pipa penyalur atau pipa induk baja untuk menetapkan tekanan operasi-boleh maksimum (TOMB).

- a) *Pengoperasian pipa saluran pada 100 psig atau lebih.* Paragraf ini digunakan untuk pipa penyalur gas alam yang telah ada atau untuk pipa penyalur yang telah ada yang diubah menjadi pipa penyalur servis gas alam di mana lebih dari satu faktor yang ada dalam rumus desain pipa baja (lihat butir 841.11) tidak diketahui. Tekanan operasi-boleh maksimum harus ditentukan dengan pengetesan hidrostatis pipa penyalur.

- 1) Tekanan operasi-boleh maksimum harus dibatasi pada tekanan yang diperoleh melalui pembagian tekanan tes pipa penyalur atau pipa induk dengan faktor lokasi kelas yang berlaku, seperti berikut :

**Location class    Maximum allowable operating pressure**

1 Division 1	<u>Test pressure</u> 1.25
1 Division 2	<u>Test pressure</u> 1.39
2	<u>Test pressure</u> 1.67
3	<u>Test pressure</u> 2.0
4	<u>Test pressure</u> 2.5

- 2) Tekanan tes yang akan digunakan dalam kualifikasi tekanan operasi-boleh maksimum harus tekanan tes yang diperoleh pada titik bagian tes kuat-minimum yang elevasinya tinggi dan tidak boleh lebih tinggi dari tekanan yang diperlukan untuk menghasilkan suatu tegangan yang

- c) The maximum safe pressure to which the pipeline or main should be subjected based on its operating and maintenance history (for pipelines, see para. 851.1)
- d) When service lines are connected to the pipeline or main, the limitations set forth in paras. 845.223(b) and (e).

**845.214** Qualification of a steel pipeline or main to establish the MAOP

- a) *Pipelines operating at 100 psig or more.* This paragraph applies to existing natural gas pipelines or to existing pipelines being converted to natural gas service where one or more factors of the steel pipe design formula (see para. 841.11) is unknown, and the pipeline is to be operated at 100 psig or more. The maximum allowable operating pressure shall be determined by hydrostatic testing of the pipeline.

- 1) The maximum allowable operating pressure shall be limited to the pressure obtained by dividing the pressure to which the pipeline or main is tested by the appropriate factor for the Location Class involved as follows:

- 2) The test pressure to be used in the maximum allowable operating pressure calculation shall be the test pressure obtained at the high elevation point of the minimum strength test section and shall not be higher than the pressure required to produce a stress equal to the yield strength as determined by



sama dengan kuat luluh sebagaimana yang ditentukan oleh pengetesan. Hanya uji pertama sampai luluh dapat digunakan untuk menentukan tekanan operasi-boleh maksimum.

- 3) Rekaman uji hidrostatik dan reparasi saluran harus disimpan selama fasilitas tersebut masih digunakan.
  - 4) Memastikan bahwa semua katup, flensa, dan komponen lain yang dibatasi tekanannya mempunyai rating yang cukup.
  - 5) Walaupun tekanan maksimum uji hidrostatik yang digunakan untuk menentukan tekanan kerja-boleh maksimum tidak dibatasi paragraf ini kecuali oleh (b) di atas, namun hendaknya berhati-hati pada waktu memilih tekanan tes maksimum.
- b) Saluran-pipa yang Beroperasi Kurang Dari 100 psig. Paragraf ini berlaku untuk pipa penyalur gas alam atau pipa penyalur yang sedang dikonversi untuk servis gas alam yang telah ada bila satu atau lebih faktor rumus desain pipa baja (lihat butir 841.1) tidak diketahui, dan pipa penyalur tersebut akan dioperasikan kurang dari 100 psig. Tekanan operasi boleh-maksimum harus ditentukan dengan pengetesan tekanan pipa penyalur.
- 1) Tekanan operasi boleh-maksimum harus dibatasi pada tekanan yang diperoleh dengan membagi tekanan pengetesan pipa penyalur atau pipa induk dengan faktor yang tepat untuk lokasi Kelas yang bersangkutan sebagai berikut:

<u>Location class</u>	<u>Maximum allowable operating pressure</u>
1	$\frac{\text{Test Pressure}}{1.25}$
2	$\frac{\text{Test Pressure}}{1.25}$
3	$\frac{\text{Test Pressure}}{1.5}$
4	$\frac{\text{Test Pressure}}{1.5}$

- 2) Tekanan uji yang akan digunakan dalam kalkulasi tekanan operasi

testing. Only the first test to yield can be used to determine maximum allowable operating pressure.

- 3) Records of hydrostatic pressure tests and line repairs shall be preserved as long as the facilities involved remain in service.
  - 4) Determine that all valves, flanges, and other pressure rated components have adequate ratings.
  - 5) While the maximum pressure of a test utilized to establish the maximum allowable working pressure is not limited by this paragraph except by (2) above, due caution should be exercised in selecting the maximum test pressure.
- b) Pipelines Operating at Less than 100 psig. This paragraph applies to existing natural gas pipelines or to existing pipelines being converted to natural gas service where one or more factors of the steel pipe design formula (see para. 841.1) is unknown, and the pipeline is to be operated at less than 100 psig. The maximum allowable operating pressure shall be determined by pressure testing the pipeline.
- 1) The maximum allowable operating pressure shall be limited to the pressure obtained by dividing the pressure to which the pipeline or main is tested by the appropriate factor for the Location Class involved as follows:

- 2) The test pressure to be used in the maximum allowable operating pressure



boleh-maksimum haruslah tekanan uji yang diperoleh pada titik elevasi tinggi dari bagian uji kuat minimum dan tidak boleh lebih tinggi dari kuat luluh seperti yang ditentukan dengan pengetesan. Hanya hasil uji pertama dapat digunakan untuk menentukan tekanan operasi boleh-maksimum.

3) Rekaman pengujian tekanan dan reparasi harus disimpan selama fasilitas yang terlibat tetap digunakan.

4) Tentukan agar semua katup, flensa dan komponen pengukur tekanan lain mempunyai rating yang cukup.

5) Meskipun tekan maksimum tes yang digunakan untuk menetapkan tekanan kerja boleh-maksimum tidak dibatasi oleh butir ini kecuali oleh (2) di atas, tindakan hati-hati hendaknya dilaksanakan dalam memilih tekanan tes maksimum.

calculation shall be the test pressure obtained at the high elevation point of the minimum strength test section and shall not be higher the yield strength as determined by testing. Only the first test to yield can be used to determine maximum allowable operating pressure.

3) Records of pressure tests and line repairs shall be preserved as long as the facilities involved remain in service.

4) Determine that all valves, flanges, and other pressure rated components have adequate ratings.

5) Although the maximum pressure of a test utilized to establish the maximum allowable working pressure is not limited by this paragraph except by (2) above, due caution should be exercised in selecting the maximum test pressure.

**845.22** Pengendalian dan pembatasan tekanan gas pada sistem distribusi tekanan tinggi yang terbuat dari baja, besi ulet, besi tuang, atau plastik

**845.22** Control and limiting of gas pressure in high-pressure steel, ductile iron, cast iron, or plastic distribution systems

**845.221** Setiap sistem distribusi atau pipa induk tekanan tinggi yang disuplai dari suatu sumber gas dengan tekanan yang lebih tinggi dari pada tekanan operasi-boleh maksimum untuk sistem, harus dilengkapi dengan alat pengatur tekanan dengan kapasitas yang memadai dan didesain untuk memenuhi tekanan, beban, dan kondisi-kondisi servis lain yang akan dialaminya.

**845.221** Each high-pressure distribution system or main, supplied from a source of gas which is at a higher pressure than the maximum allowable operating pressure for the system, shall be equipped with pressure regulating devices of adequate capacity and designed to meet the pressure, load, and other service conditions under which they will operate or to which they may be subjected.

**845.222** Sebagai tambahan terhadap alat pengatur tekanan yang ditentukan dalam butir 845.221, piranti yang sesuai harus disediakan untuk mencegah terjadinya tekanan-lebih yang tidak diharapkan pada sistem distribusi tekanan tinggi. Tipe piranti protektif yang sesuai untuk mencegah terjadinya tekanan-lebih pada sistem distribusi tekanan tinggi, meliputi:

**845.222** In addition to the pressure-regulating devices prescribed in para. 845.221, a suitable method shall be provided to prevent accidental overpressuring of a high-pressure distribution system. Suitable types of protective devices to prevent overpressuring of high pressure distribution systems include:



- a) katup pelepas seperti yang ditentukan dalam butir 845.212 (a) dan (b);
  - b) katup pelepas berbeban;
  - c) regulator monitoring yang dipasang seri dengan regulator tekanan utama;
  - d) regulator seri yang dipasang pada bagian hulu regulator utama, dan disetel untuk membatasi tekanan pada inlet regulator utama secara kontinu sampai tekanan operasi-boleh maksimum sistem distribusi atau kurang;
  - e) piranti penutup otomatis yang dipasang seri dengan regulator tekanan primer dan disetel untuk men-menutup atau menghentikan sistem bila tekanan pada sistem distribusi mencapai tekanan operasi-boleh maksimum atau kurang. Piranti ini harus tetap tertutup sampai disetel ulang secara manual. Piranti ini hendaknya tidak digunakan bilamana akan mengakibatkan gangguan pada pelayanan terhadap sejumlah besar pelanggan.
  - f) katup pelepas tipe diafragma, berpegas
- a) relief valves as prescribed in para. 845.212(a) and (b);
  - b) weight-loaded relief valves;
  - c) a monitoring regulator installed in series with the primary pressure regulator;
  - d) a series regulator installed upstream from the primary regulator, and set to limit the pressure on the inlet of the primary regulator continuously to the maximum allowable operating pressure of the distribution system or less;
  - e) an automatic shutoff device installed in series with the primary pressure regulator and set to shut off when the pressure on the distribution system reaches the maximum allowable operating pressure or less. This device must remain closed until manually reset. It should not be used where it might cause an interruption in service to a large number of customers.
  - f) spring-loaded, diaphragm type relief valves.

**845.223** Tekanan operasi-boleh maksimum untuk sistem distribusi tekanan tinggi. Tekanan ini adalah tekanan maksimum pada sistem yang sesuai dengan persyaratan Standar ini dan tidak boleh melebihi :

- a) tekanan desain elemen terlemah pada sistem seperti yang ditentukan dalam butir 805.212.
- b) 60 psig jika pipa servis dalam sistem tidak dilengkapi dengan beberapa regulator seri atau piranti pembatas tekanan lainnya seperti yang ditentukan dalam butir 845.243.
- c) 25 psig pada sistem besi tuang yang mempunyai sambungan *bell* dan spigot yang didempul yang belum dilengkapi dengan klem sambungan *bell* atau metode pengkedap kebocoran lainnya yang efektif.

**845.223** Maximum allowable operating pressure for high-pressure distribution systems. This pressure shall be the maximum pressure to which the system can be subjected in accordance with the requirements of this Code. It shall not exceed:

- a) the design pressure of the weakest element of the system as defined in para. 805.212;
- b) 60 psig if the service lines in the system are not equipped with series regulators or other pressure limiting devices as prescribed in para. 845.243;
- c) 25 psig in cast iron systems having caulked bell and spigot joints, which have not been equipped with bell joint clamps or other effective leak sealing methods;



- d) pembatasan tekanan yang dikenakan pada setiap sambungan tanpa adanya kemungkinan terpisah atau pecah.
- e) 2 psig pada sistem distribusi tekanan tinggi yang dilengkapi dengan regulator servis yang tidak memenuhi persyaratan butir 845.241 dan yang tidak mempunyai piranti protektif tekanan-lebih seperti yang disyaratkan dalam butir 845.242.
- f) tekanan-aman maksimum yang dialami oleh sistem, yang didasarkan atas sejarah pengoperasian dan pemeliharaan.

**845.23** Pengendalian dan pembatasan tekanan gas dalam sistem distribusi tekanan rendah

**845.231** Setiap sistem distribusi tekanan rendah atau pipa induk tekanan rendah yang disuplai dari suatu sumber gas yang tekanannya lebih tinggi daripada tekanan operasi-boleh maksimum untuk sistem tekanan-rendah, harus dilengkapi dengan piranti pengatur tekanan dengan kapasitas yang memadai, yang didesain untuk memenuhi tekanan, beban, dan kondisi-kondisi servis lain yang akan dialaminya.

**845.232** Sebagai tambahan terhadap piranti pengatur tekanan yang ditentukan dalam butir 845.231, piranti yang sesuai harus disediakan untuk mencegah terjadinya tekanan-lebih yang tidak diharapkan. Tipe yang sesuai dari piranti perlindungan untuk mencegah terjadinya tekanan-lebih pada sistem distribusi tekanan rendah meliputi :

- a) piranti pelepas penyekat cairan yang dapat disetel untuk membuka secara akurat dan konsisten pada tekanan yang diinginkan;
- b) katup pelepas berbeban;
- c) piranti penutup otomatis seperti yang dijelaskan pada butir 845.222(e);
- d) *pilot loaded, back-pressure* regulator seperti yang dijelaskan pada butir 845.212 (b);
- e) regulator monitoring seperti yang dijelaskan pada butir 845.222 (c);
- f) regulator seri seperti yang dijelaskan pada butir 845.222(d).

- d) the pressure limits to which any joint could be subjected without possibility of parting;
- e) 2 psig in high-pressure distribution systems equipped with service regulators not meeting the requirements of para. 845.241 and which do not have an overpressure protective device as required in para. 845.242;
- f) the maximum safe pressure to which the system should be subjected, based on its operation and maintenance history.

**845.23** Control and limiting of gas pressure in low-pressure distribution systems

**845.231** Each low-pressure distribution system or low pressure main supplied from a gas source which is at a higher pressure than the maximum allowable operating pressure for the low-pressure system, shall be equipped with pressure regulating devices of adequate capacity, designed to meet the pressure, load, and other service conditions under which they will have to operate.

**845.232** In addition to the pressure-regulating devices prescribed in para. 845.231, a suitable device shall be provided to prevent accidental overpressuring. Suitable types of protective devices to prevent overpressuring of low-pressure distribution systems include:

- a) a liquid seal relief device that can be set to open accurately and consistently at the desired pressure;
- b) weight-loaded relief valves;
- c) an automatic shutoff device as described in para. 845.222(e);
- d) a pilot-loaded, back-pressure regulator as described in para. 845.212(b);
- e) a monitoring regulator as described in para. 845.222(c);
- f) a series regulator as described in para. 845.222(d)



**845.233** Tekanan operasi-boleh maksimum untuk sistem distribusi tekanan rendah. Tekanan operasi-boleh maksimum untuk sistem distribusi tekanan rendah tidak boleh melebihi salah satu dari yang berikut ini:

a) tekanan yang dapat menyebabkan tidak amannya pengoperasian setiap peralatan pembakaran gas tekanan rendah yang telah dihubungkan dan disetel dengan baik

b) tekanan 2 psig.

**845.234** Pengubahan sistem distribusi tekanan rendah ke sistem distribusi tekanan tinggi

a) Sebelum mengubah suatu sistem distribusi tekanan rendah menjadi sistem distribusi tekanan tinggi, faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan

- 1) desain sistem termasuk jenis material dan peralatan yang digunakan;
- 2) rekod pemeliharaan yang lalu termasuk hasil survey kebocoran sebelumnya.

b) Sebelum menaikkan tekanan, langkah-langkah berikut harus diambil (tidak perlu berurut).

- 1) Membuat survei kebocoran dan memperbaiki kebocoran yang ditemukan.
- 2) Memperkuat atau mengganti bagian-bagian sistem yang ditemukan tidak memadai untuk tekanan operasi yang lebih tinggi.
- 3) Memasang regulator servis pada setiap pipa servis dan menguji setiap regulator untuk memastikan bahwa peralatan tersebut berfungsi. Dalam hal tertentu mungkin diperlukan untuk menaikkan tekanan secara perlahan-lahan untuk memungkinkan regulator servis beroperasi dengan baik.
- 4) Mengisolasi sistem dari sistem tekanan rendah yang berdekatan.

**845.233** Maximum allowable operating pressure for low-pressure distribution systems. The maximum allowable operating pressure for a low-pressure distribution system shall not exceed either of the following:

a) a pressure that would cause the unsafe operation of any connected and properly adjusted low-pressure gas burning equipment

b) a pressure of 2 psig.

**845.234** Conversion of low-pressure distribution systems to high-pressure distribution systems

a) Before converting a low-pressure distribution system to a high-pressure distribution system, it is required that the following factors be considered:

- 1) the design of the system including kinds of material and equipment used;
- 2) past maintenance records including results of any previous leakage surveys.

b) Before increasing the pressure the following steps (not necessarily in sequence shown) shall be taken.

- 1) Make a leakage survey and repair leaks found.
- 2) Reinforce or replace parts of the system found to be inadequate for the higher operating pressures.
- 3) Install a service regulator on each service line, and test each regulator to determine that it is functioning. In some cases it may be necessary to raise the pressure slightly to permit proper operation of the service regulator.
- 4) Isolate the system from adjacent low-pressure systems.



- 5) Pada tekukan atau *offset* dalam pipa yang dikopel atau pipa *bell* dan *spigot*, memperkuat atau mengganti jangkar yang tidak memadai untuk tekanan tinggi.
- 5) At bends or offsets in coupled or bell and spigot pipe, reinforce or replace anchorages determined to be inadequate for the higher pressures.
- c) Tekanan dalam sistem yang akan diubah harus dinaikkan secara bertahap, dengan suatu periode untuk memeriksa pengaruh kenaikan tekanan yang terdahulu sebelum menaikkan ke tekanan berikutnya. Besarnya setiap kenaikan yang diinginkan dan lama periode pengecekan akan bervariasi tergantung pada kondisi. Tujuan dari prosedur ini adalah memberikan kesempatan untuk menemukan setiap bukaan yang tidak diketahui dan koneksi-koneksi yang tak teratur ke sistem tekanan rendah yang berdekatan atau ke pelanggan individual sebelum tekanan yang berlebih dicapai.
- c) The pressure in the system being converted shall be increased by steps, with a period to check the effect of the previous increase before making the next increase. The desirable magnitude of each increase and the length of the check period will vary depending upon conditions. The objective of this procedure is to afford an opportunity to discover any unknown open and unregulated connections to adjacent low-pressure systems or to individual customers before excessive pressures are reached.

**845.24** Pengendalian dan pembatasan tekanan gas yang dialirkan ke pelanggan rumah tangga, perusahaan dagang kecil dan industri kecil dari sistem distribusi tekanan tinggi

**845.24** Control and limiting of the pressure of gas delivered to domestic, small commercial, and small industrial customers from high-pressure distribution systems

CATATAN Bila tekanan gas dan kebutuhan pelanggan lebih besar dari pada tekanan yang berlaku menurut ketentuan butir 845.24, persyaratan untuk pengendalian dan pembatasan tekanan gas yang dialirkan dicakup dalam butir 845.1

NOTE When the pressure of the gas and the demand by the customer are greater than that applicable under the provisions of para. 845.24, the requirements for control and limiting of the pressure of gas delivered are included in para. 845.1.

**845.241** Jika tekanan operasi aktual maksimum sistem distribusi berkisar adalah 60 psig atau kurang dan suatu regulator servis yang mempunyai karakteristik yang tertera di bawah ini digunakan, maka piranti pembatas tekanan lainnya tidak diperlukan :

**845.241** If the maximum allowable operating pressure of the distribution system is 60 psig or less and a service regulator having the characteristics listed below is used, no other pressure-limiting device is required:

- a) regulator tekanan yang mampu menurunkan tekanan sistem distribusi, psi, hingga tekanan yang direkomendasikan untuk apliansi rumah tangga, inci kolom air;
- a) a pressure regulator capable of reducing distribution line pressure, psi, to pressures recommended for household appliances, inches of water column;
- b) katup bukaan tunggal dengan diameter orifis tidak melebihi dari yang direkomendasikan oleh pamanufaktur untuk tekanan gas maksimum pada inlet regulator;
- b) a single port valve with orifice diameter no greater than that recommended by the manufacturer for the maximum gas pressure at the regulator inlet;
- c) dudukan katup dibuat dari material
- c) the valve seat made of resilient material



kenyal yang didesain untuk dapat menahan abrasi gas, ketidakmurnian dalam gas, dan serpihan yang disebabkan oleh katup, dan untuk menahan deformasi permanen jika dudukan ditekan pada port katup;

designed to withstand abrasion of the gas, impurities in gas, and cutting by the valve, and to resist permanent deformation when it is pressed against the valve port;

d) diameter sambungan pipa ke regulator tidak boleh lebih dari 2 NPS;

d) pipe connections to the regulator shall not exceeding 2 NPS

e) Kapasitas tekanan downstream dalam kondisi normal dalam batas ketepatan yang dibutuhkan dan membatasi peningkatan tekanan dalam kondisi tanpa aliran sampai tidak dari 50% di atas tekanan peembuangan normal yang dipertankan dalam kondisi aliran.

e) the capability under normal operating conditions of regulating the downstream pressure within the necessary limits of accuracy and of limiting the buildup of pressure under no-flow conditions to no more than 50% over the normal discharge pressure maintained under flow conditions;

f) *regulator servis self-contained* tanpa saluran statik eksternal atau saluran kontrol.

f) a self-contained service regulator with no external static or control lines.

**845.242** Jika tekanan operasi aktual maksimum sistem distribusi adalah 60 psig atau kurang, dan suatu regulator servis yang tidak mempunyai karakteristik yang tertera dalam butir 845.241 digunakan, atau jika gas mengandung material yang secara serius mengganggu pengoperasian regulator servis, maka harus dipasang piranti pelindung yang sesuai untuk mencegah terjadinya tekanan-lebih yang membahayakan perlengkapan rumah tangga pelanggan, seandainya regulator servis gagal. Beberapa tipe piranti pelindung yang sesuai untuk mencegah terjadinya tekanan-lebih pada peralatan rumah tangga pelanggan adalah:

- a) regulator monitoring;
- b) katup pelepas;
- c) piranti *shutoff* otomatis.

Piranti ini boleh dipasang sebagai bagian terpadu regulator servis atau sebagai suatu unit terpisah.

**845.242** If the maximum allowable operating pressure of the distribution system is 60 psig or less, and a service regulator not having all of the characteristics listed in para. 845.241 is used, or if the gas contains materials that seriously interfere with the operation of service regulators, suitable protective devices shall be installed to prevent unsafe overpressuring of the customer's appliances, should the service regulator fail. Some of the suitable types of protective devices to prevent overpressuring of the customers' appliances are:

- a) a monitoring regulator;
- b) a relief valve;
- c) an automatic shutoff device.

These devices may be installed as an integral part of the service regulator or as a separate unit.



**845.243** Jika tekanan operasi aktual maksimum sistem distribusi melebihi 60 psig, maka metode yang sesuai harus digunakan untuk mengatur dan membatasi nilai aman maksimum tekanan gas yang dialirkan ke pelanggan, seperti berikut ini:

- a) regulator servis yang mempunyai karakteristik yang tertera dalam butir 845.241 dan regulator sekunder yang ditempatkan pada bagian hulu regulator servis. Dalam hal apapun regulator sekunder tidak boleh disetel pada suatu tekanan yang lebih tinggi dari 60 psi. Suatu piranti harus dipasang di antara regulator sekunder dan regulator servis untuk membatasi tekanan pada inlet regulator servis hingga 60 psi atau kurang dalam hal regulator sekunder gagal berfungsi dengan baik. Piranti ini boleh merupakan katup pelepas atau *shutoff* otomatis yang menutup jika tekanan pada inlet regulator servis melebihi tekanan yang disetel (60 psi atau kurang) dan tetap tertutup sampai disetel ulang secara manual;
- b) regulator servis dan regulator monitor yang disetel untuk membatasi tekanan gas yang dialirkan ke pelanggan sampai nilai aman maksimumnya;
- c) regulator servis dengan katup pelepas yang di-vent ke atmosfer luar dan yang disetel untuk membuka sedemikian rupa sehingga tekanan gas yang mengalir ke pelanggan tidak akan melebihi nilai aman maksimum. Katup pelepas boleh juga dipasang di dalam regulator servis atau boleh merupakan suatu unit terpisah yang dipasang pada bagian hulu regulator servis. Kombinasi ini boleh digunakan sendirian hanya dalam hal-hal di mana tekanan inlet pada regulator servis tidak melebihi rating tekanan kerja aman yang direkomendasikan oleh pamanufaktur untuk regulator servis, dan tidak direkomendasi untuk digunakan di mana tekanan *inlet* pada regulator servis melebihi 125 psi. Untuk tekanan *inlet* yang lebih tinggi, metode dalam butir 845.243(a) atau (b) hendaknya digunakan.

**845.3** Persyaratan untuk desain pelepas tekanan dan instalasi pembatas tekanan

**845.243** If the maximum allowable operating pressure of the distribution system exceeds 60 psig, suitable methods shall be used to regulate and limit the pressure of the gas delivered to the customer to the maximum safe value. Such methods may include:

- a) a service regulator having the characteristics listed in para. 845.241 and a secondary regulator located upstream from the service regulator. In no case shall the secondary regulator be set to maintain a pressure higher than 60 psi. A device shall be installed between the secondary regulator and the service regulator to limit the pressure on the inlet of the service regulator to 60 psi or less in case the secondary regulator fails to function properly. This device may be either a relief valve or an automatic shutoff that shuts if the pressure on the inlet of the service regulator exceeds the set pressure (60 psi or less) and remains closed until manually reset.
- b) a service regulator and a monitoring regulator set to limit to a maximum safe value the pressure of the gas delivered to the customer;
- c) a service regulator with a relief valve vented to the outside atmosphere, with the relief valve set to open so that the pressure of gas going to the customer shall not exceed a maximum safe value. The relief valve may be either built into the service regulator or may be a separate unit installed downstream from the service regulator. This combination may be used alone only in those cases where the inlet pressure on the service regulator does not exceed the manufacturer's safe working pressure rating of the service regulator, and is not recommended for use where the inlet pressure on the service regulator exceeds 125 psi. For higher inlet pressures, the method in para. 845.243(a) or (b) should be used.

**845.3** Requirements for design of pressure relief and pressure limiting installations



**845.31** Piranti pelepas tekanan dan pembatas tekanan kecuali *rupture disk*, harus

- a) dikonstruksi dari material yang sedemikian rupa hingga operasi normal piranti itu tidak akan terganggu akibat adanya korosi udara pada bagian luar piranti atau korosi gas pada bagian dalam piranti.
- b) mempunyai katup dan kedudukan katup yang didesain tidak menempel atau melekat pada suatu posisi yang akan membuat piranti gagal melaksanakan fungsinya;
- c) didesain dan dipasang sedemikian rupa sehingga piranti tersebut dapat dioperasikan dengan mudah untuk menentukan jika katup bebas, dapat dites untuk menentukan tekanan operasi katup, dan dapat dites kebocoran sewaktu katup dalam posisi tertutup.

**845.311** Rupture disk harus memenuhi persyaratan untuk desain seperti yang dinyatakan dalam BPV Code, Section VIII, Division 1.

**845.32** Cerobong pembuang, vent, atau bukaan keluar semua piranti pelepas tekanan harus ditempatkan di mana gas dapat dilepas atau dibuang ke atmosfer tanpa menimbulkan bahaya yang tidak semestinya. Perhatian harus diberikan pada semua *exposure* di sekitar tempat itu. Bila diperlukan untuk melindungi piranti, cerobong pembuang atau vent harus dilindungi dengan penutup hujan untuk mencegah masuknya air.

**845.33** Ukuran bukaan, pipa, dan fitting yang ditempatkan antara sistem yang akan dilindungi dan piranti-pelepas tekanan dan saluran *vent* harus mencukupi untuk mencegah terjadinya *hammering* pada katup dan untuk mencegah kerusakan akibat berkurangnya kapasitas pelepasan.

**845.31** Pressure relief or pressure limiting devices, except rupture disks, shall:

- a) be constructed of materials such that the operation of the device will not normally be impaired by corrosion of external parts by the atmosphere or internal parts by gas;
- b) have valves and valve seats that are designed not to stick in a position that will make the device inoperative and result in failure of the device to perform in the manner for which it was intended;
- c) be designed and installed so that they can be readily operated to determine if the valve is free, can be tested to determine the pressure at which they will operate, and can be tested for leakage when in the closed position.

**845.311** Rupture discs shall meet the requirements for design as set out in BPV Code, Section VIII, Division 1.

**845.32** The discharge stacks, vents, or outlet ports of all pressure relief devices shall be located where gas can be discharged into the atmosphere without undue hazard. Consideration should be given to all exposures in the immediate vicinity. Where required to protect devices, the discharge stacks or vents shall be protected with rain caps to preclude the entry of water.

**845.33** The size of the openings, pipe, and fittings located between the system to be protected and the pressure-relieving device and the vent line shall be of adequate size to prevent hammering of the valve and to prevent impairment of relief capacity.



**845.34** Tindakan awal harus dilaksanakan untuk mencegah pengoperasian katup stop oleh orang-orang yang tidak berwenang yang akan membuat katup pelepas tekanan tidak berfungsi. Ketentuan ini harus tidak diterapkan untuk katup yang akan mengisolasi sistem yang dilindungi dari sumber tekanannya. Metode yang dapat diterima untuk memenuhi ketentuan ini adalah sebagai berikut.

- a) Mengunci katup stop dalam posisi terbuka. Menginstruksikan kepada petugas yang berwenang untuk tidak meninggalkan katup stop dalam posisi tertutup dan harus berada di lokasi selama periode katup stop ditutup sehingga dengan demikian petugas tersebut dapat menguncinya dalam posisi terbuka sebelum meninggalkan lokasi.
- b) Memasang katup pelepas tekanan duplikat, yang masing-masing mempunyai kapasitas yang mencukupi untuk melindungi sistem, dan mengatur katup pengisolasi atau katup tiga-arah sedemikian rupa sehingga secara mekanik memungkinkan suatu saat membuat hanya salah satu piranti pengaman yang tidak berfungsi.

**845.35** Tindakan awal harus diambil untuk mencegah pengoperasian katup oleh orang yang tidak berwenang yang akan membuat piranti pembatas tekanan tidak berfungsi. Ketentuan ini berlaku untuk katup pengisolasi, katup *bypass*, dan katup pada saluran kontrol atau float lines yang akan ditempatkan di antara piranti pembatas tekanan dan sistem yang dilindungi oleh piranti. Metode yang serupa dengan butir 845.34(a) harus dianggap dapat diterima dalam mematuhi ketentuan ini.

#### **845.36**

- a) Bila suatu regulator monitoring, regulator seri, sistem pelepas atau shutoff sistem dipasang pada stasiun regulator distrik untuk melindungi sistem perpipaan dari tekanan lebih, maka instalasi harus didesain dan dipasang untuk mencegah terjadinya suatu insiden seperti misalnya letusan di dalam vault atau kerusakan akibat kendaraan, karena akan mempengaruhi operasi dari piranti

**845.34** Precautions shall be taken to prevent unauthorized operation of any stop valve which will make a pressure relief valve inoperative. This provision shall not apply to valves which will isolate the system under protection from its source of pressure. Acceptable methods for complying with this provision are as follows.

- a) Lock the stop valve in the open position. Instruct authorized personnel of the importance of not inadvertently leaving the stop valve closed and of being present during the entire period that the stop valve is closed so that they can lock it in the open position before they leave the location.
- b) Install duplicate relief valves, each having adequate capacity by itself to protect the system, and arrange the isolating valves or three-way valve so that mechanically it is possible to render only one safety device inoperative at a time.

**845.35** Precautions shall be taken to prevent unauthorized operation of any valve which will make pressure-limiting devices inoperative. This provision applies to isolating valves, bypass valves, and valves on control or float lines which are located between the pressure limiting device and the system which the device protects. A method similar to para. 845.34(a) shall be considered acceptable in complying with this provision.

#### **845.36**

- a) When a monitoring regulator, series regulator, system relief, or system shutoff is installed at a district regulator station to protect a piping system from overpressuring, the installation shall be designed and installed to prevent any single incident, such as an explosion in a vault or damage by a vehicle, from affecting the operation of both the overpressure protective device and the



protektif tekanan-lebih dan regulator distrik (lihat butir 846 dan 847).

- b) Perhatian khusus harus diberikan pada saluran kontrol. Semua saluran kontrol harus dilindungi dari jatuhnya benda-benda, penggalian oleh pihak lain, atau penyebab kerusakan lain yang dapat diduga dan harus didesain dan dipasang untuk mencegah kerusakan pada salah satu saluran kontrol karena akan membuat regulator distrik dan piranti pelindung tekanan-lebih tidak berfungsi.

#### **845.4 Kapasitas stasiun dan piranti pelepas tekanan dan pembatas tekanan**

##### **845.41 Kapasitas stasiun pelepas tekanan dan pembatas tekanan yang disyaratkan**

**845.411** Setiap stasiun pelepas tekanan atau stasiun pembatas tekanan atau kelompok stasiun-stasiun tersebut yang dipasang untuk melindungi suatu sistem perpipaan atau bejana tekan, harus mempunyai kapasitas yang mencukupi dan harus disetel untuk beroperasi bagi mencegah tekanan melebihi tingkat berikutnya.

- a) Sistem dengan pipa atau komponen pipa yang beroperasi di atas 72 % KLMS. Persyaratan kapasitas adalah tekanan operasi boleh-maksimum ditambah 4%.
- b) Sistem dengan pipa atau komponen pipa yang beroperasi pada atau kurang Dari 72% SMYS Selain dari dalam sistem distribusi tekanan-rendah. Kapasitas yang diperlukan setidaknya-tidaknya kurang dari kedua butir berikut :
  - 1) tekanan operasi-boleh maksimum ditambah 10%
  - 2) tekanan operasi yang menghasilkan tegangan melingkar 75% dari kuat ukur maksimum yang dispesifikasikan
- c) Sistem distribusi tekanan rendah. Kapasitas yang dibutuhkan suatu tekanan yang akan menyebabkan operasi tidak-aman dari setiap peralatan pembakaran gas yang dihubungkan dan disesuaikan dengan tepat.

district regulator (see paras. 846 and 847).

- b) Special attention shall be given to control lines. All control lines shall be protected from falling objects, excavations by others, or other foreseeable causes of damage and shall be designed and installed to prevent damage to any one control line from making both the district regulator and the overpressure protective device inoperative.

#### **845.4 Capacity of pressure relieving and pressure limiting station and devices**

##### **845.41 Required capacity of pressure relieving and pressure limiting stations**

**845.411** Each pressure relief station or pressure limiting station or group of such stations installed to protect a piping system or pressure vessel shall have sufficient capacity and shall be set to operate to prevent the pressure from exceeding the following levels.

- a) *Systems with pipe or pipeline components operating over 72% of the SMYS.* The required capacity is the maximum allowable operating pressure plus 4%.
- b) *Systems with pipe or pipeline components operating at or below 72% of the SMYS other than in low-pressure distribution systems.* The required capacity is the lesser of the following two items:
  - 1) the maximum allowable operating pressure plus 10%
  - 2) the pressure which produces a hoop stress of 75% of the specified minimum yield strength.
- c) Low-pressure distribution systems. The required capacity is a pressure that would cause the unsafe operation of any connected and properly adjusted gas burning equipment.



**845.412** Bila lebih dari satu stasiun pengatur tekanan atau stasiun kompresor yang mensuplai gas ke dalam pipa penyalur atau sistem distribusi dan piranti pelepas tekanan dipasang pada stasiun-stasiun tersebut, kapasitas pelepas pada stasiun yang terpencil letaknya dapat turut diperhitungkan dalam menentukan ukuran piranti pelepas pada setiap stasiun. Namun demikian, dalam melaksanakan hal ini, kapasitas pelepas-remote yang diasumsikan harus dibatasi sampai kapasitas sistem perpipaan mentransmisikan gas ke lokasi terpencil atau sampai kapasitas piranti pelepas-remote, dipilih yang mana lebih rendah.

**845.42** Pembuktian kecukupan kapasitas dan performan piranti pembatas tekanan dan pelepas tekanan

**845.421** Bilamana piranti pengaman terdiri dari suatu regulator tambahan yang digabungkan atau berfungsi kombinasi dengan salah satu atau lebih regulator dalam suatu rangkaian seri untuk mengontrol atau membatasi tekanan dalam suatu sistem perpipaan, maka pengecekan yang sesuai harus dilakukan. Pemeriksaan ini harus dilakukan untuk menentukan peralatan akan beroperasi secara memuaskan guna mencegah tekanan melebihi tekanan operasi-boleh maksimum yang ditetapkan pada sistem, seandainya salah satu regulator yang digabung gagal berfungsi atau tetap dalam posisi terbuka lebar.

**845.412** When more than one pressure regulating or compressor station feeds into the pipeline or distribution system and pressure relief devices are installed at such stations, the relieving capacity at the remote station may be taken into account in sizing the relief devices at each station. In doing this, however the assumed remote relieving capacity must be limited to the capacity of the piping system to transmit gas to the remote location or to the capacity of the remote relief device, whichever is less.

**845.42** Proof of adequate capacity and satisfactory performance of pressure limiting and pressure relief devices

**845.421** Where the safety device consists of an additional regulator that is associated with or functions in combination with one or more regulators in a series arrangement to control or limit the pressure in a piping system, suitable checks shall be made. These checks shall be conducted to determine that the equipment will operate in a satisfactory manner to prevent any pressure in excess of the established maximum allowable operating pressure of the system, should any one of the associated regulators malfunction or remain in the wide-open position.



### 845.5 Perpipaian instrumen, kontrol, dan sampel

#### a) Ruang Lingkup

- 1) Persyaratan yang diberikan dalam bagian ini berlaku untuk pendesainan perpipaian instrumen, kontrol, dan sampel untuk mendapatkan operasi yang aman dan sempurna pada perpipaian itu sendiri dan tidak mencakup pendesainan perpipaian untuk menjamin berfungsinya instrumen dengan benar di tempat perpipaian dipasang.
- 2) Bagian ini tidak berlaku untuk sistem perpipaian yang tertutup secara permanen, seperti misalnya alat atau piranti yang terisi fluida, piranti yang responsif terhadap suhu.

#### b) Material dan desain

- 1) Material yang digunakan untuk katup, fitting, tubing, dan perpipaian harus didesain untuk memenuhi kondisi servis tertentu.
- 2) Koneksi *takeoff* dan pautan boss, fitting, atau adaptor harus dibuat dari material yang sesuai dan harus mampu menahan tekanan dan suhu servis maksimum perpipaian atau peralatan di tempat material tersebut dipautkan. Material tersebut harus didesain untuk dapat menahan semua tegangan secara memuaskan tanpa mengalami kegagalan akibat fatiq atau kelelahan.
- 3) Suatu katup *shutoff* harus dipasang pada setiap saluran *takeoff* sedekat mungkin dengan titik *takeoff*. Katup *blowdown* harus dipasang bila diperlukan untuk pengoperasian perpipaian, instrumen, dan peralatan dengan aman.
- 4) Pipa kuningan atau pipa atau tubing tembaga harus tidak digunakan untuk suhu logam lebih besar dari 400°F.
- 5) Perpipaian yang mengalami penyumbatan atau endapan padatan harus dilengkapi dengan koneksi yang sesuai untuk pembersihan.
- 6) Pipa atau tubing yang disyaratkan oleh bab ini boleh dispesifikasikan oleh pamanufaktur instrumen, aparatus kontrol, atau alat pengambil sampel asalkan, keselamatan pipa

### 845.5 Instrument, control, and sample piping

#### a) Scope

- 1) The requirements given in this section apply to the design of instrument, control, and sampling piping for safe and proper operation of the piping itself and do not cover design of piping to secure proper functioning of instruments for which the piping is installed.
- 2) This section does not apply to permanently

#### b) Materials and design

- 1) The materials employed for valves, fittings, tubing, and piping shall be designed to meet the particular conditions of service.
- 2) Takeoff connections and attaching bosses, fittings, or adapters shall be made of suitable material and shall be capable of withstanding the maximum service pressure and temperature of the piping or equipment to which they are attached. They shall be designed to satisfactorily withstand all stresses without failure by fatigue.
- 3) A shutoff valve shall be installed in each takeoff line as near as practicable to the point of takeoff. Blowdown valves shall be installed where necessary for the safe operation of piping, instruments, and equipment.
- 4) Brass pipe or copper pipe or tubing shall not be used for metal temperatures greater than 400°F.
- 5) Piping subject to clogging from solids or deposits shall be provided with suitable connections for cleaning.
- 6) Pipe or tubing required under this section may be specified by the manufacturers of the instrument, control apparatus, or sampling device, provided that the safety of the pipe or



atau tubing sebagaimana yang dipasang sekurang-kurangnya sama dengan keselamatan yang disyaratkan standar ini.

- 7) Perpipaan yang berisi cairan harus dilindungi dengan cara pemanasan atau cara-cara lain yang sesuai dari pengrusakan akibat pembekuan.
- 8) Perpipaan di mana cairan dapat berakumulasi harus dilengkapi dengan saluran kuras atau penetes.
- 9) Rangkaian atau susunan perpipaan dan penyangga harus didesain tidak hanya untuk memberikan keselamatan yang didasarkan pada tegangan operasi saja, namun juga memberikan perlindungan pada perpipaan terhadap lendutan yang merusak, perusakan mekanis dari luar, kesalahan penggunaan, perusakan akibat kondisi servis yang tidak wajar selain dari perusakan yang berhubungan dengan tekanan, suhu, dan getaran.
- 10) Tindakan pencegahan yang sesuai harus diambil untuk perlindungan terhadap korosi (lihat butir 863).
- 11) Sambungan-sambungan antara bagian tubing atau pipa, atau keduanya, dan antara tubing atau pipa, atau keduanya, dan katup-katup atau fitting harus dibuat dengan suatu cara sehingga sesuai untuk kondisi tekanan dan suhu, seperti misalnya dengan penggunaan fitting tipe *flared*, *flareless*, dan tipe kompresi, atau sama, atau sambungan itu boleh dari tipe *di-brazing*, disekrup, atau dilas-soket. Jika katup ujung bersekrup akan digunakan dengan fitting tipe *flared*, *flareless*, atau tipe kompresi, maka diperlukan adaptor. Sambungan ekspansi tipe slip tidak boleh digunakan; ekspansi harus diimbali dengan menyediakan fleksibilitas di dalam sistem perpipaan atau tubing itu sendiri.
- 12) Plastik harus tidak digunakan bila suhu operasinya melebihi batasan yang ditentukan dalam butir 842.32(b) dan 842.33(b).
- 13) Perpipaan plastik harus tidak dicat. Bila identifikasi selain dari yang telah

tubing as installed is at least equal to that otherwise required under the Code.

- 7) Piping that may contain liquids shall be protected by heating or other suitable means from damage due to freezing.
- 8) Piping in which liquids may accumulate shall be provided with drains or drips.
- 9) The arrangement of piping and supports shall be designed to provide not only for safety under operating stresses, but also to provide protection for the piping against detrimental sagging, external mechanical injury, abuse, and damage due to unusual service conditions other than those connected with pressure, temperature, and service vibration.
- 10) Suitable precautions shall be taken to protect against corrosion (see para. 863).
- 11) Joints between sections of tubing or pipe, or both, and between tubing or pipe, or both, and valves or fittings shall be made in a manner suitable for the pressure and temperature conditions, such as by means of flared, flareless, and compression type fittings, or equal, or they may be of the brazed, screwed, or socket-welded type. If screwed-end valves are to be used with flared, flareless, or compression type fittings, adapters are required. Slip type expansion joints shall not be used; expansion shall be compensated for by providing flexibility within the piping or tubing system itself.
- 12) Plastic shall not be used where operating temperatures exceed limitations shown in paras. 842.32(b) and 842.33(b).
- 13) Plastic piping shall not be painted. If identification other than that already



disediakan oleh marking pamanufaktur disyaratkan, maka identifikasi ini harus dilakukan dengan cara lain.

provided by the manufacturer's marking is required, it shall be accomplished by other means.

#### 845.6 Peningkatan *rating*

Bab ini menentukan persyaratan minimum untuk menaikkan *rating* pipa penyalur atau pipa induk menjadi tekanan operasi-boleh maksimum yang lebih tinggi.

##### 845.61 Umum

- a) Tekanan operasi-boleh maksimum yang lebih tinggi yang ditetapkan berdasarkan Bab ini tidak boleh melebihi tekanan desain elemen terlemah dalam segmen yang akan dinaikkan *rating*-nya. Dalam hal ini tidak dimaksudkan bahwa persyaratan Standar ini berlaku surut untuk hal berikut seperti pelintasan jalan, rakitan yang dipabrikasi, cover minimum, dan jarak antara katup. Sebagai pengganti, persyaratan untuk hal ini harus memenuhi kriteria perusahaan pengelola sebelum peningkatan *rating* dilaksanakan.
- b) Suatu rancangan harus disiapkan untuk peningkatan *rating* yang harus memasukkan suatu prosedur tertulis yang akan memastikan terpenuhinya setiap persyaratan yang berlaku dalam bab ini.
- c) Sebelum menaikkan tekanan operasi-boleh maksimum suatu segmen yang telah dioperasikan pada tekanan kurang dari pada tekanan yang ditentukan butir 845.231, langkah pemeriksaan dan korektif berikut harus diambil.
  - 1) Pendesainan, pemasangan mula, metode, dan tanggal pengetesan sebelumnya, lokasi kelas, material, dan peralatan harus ditelaah untuk menentukan bahwa peningkatan *rating* yang diusulkan adalah aman dan konsisten dengan persyaratan Standar ini.
  - 2) Kondisi saluran harus ditentukan melalui survei kebocoran atau inspeksi lapangan lain, dan dengan pemeriksaan rekod pemeliharaan.
  - 3) Reparasi, penggantian, atau alterasi

#### 845.6 Uprating

This section of the Code prescribes minimum requirements for uprating pipelines or mains to higher maximum allowable operating pressures.

##### 845.61 General

- a) A higher maximum allowable operating pressure established under this section may not exceed the design pressure of the weakest element in the segment to be uprated. It is not intended that the requirements of this Code be applied retroactively to such items as road crossings, fabricated assemblies, minimum cover, and valve spacings. Instead, the requirements for these items shall meet the criteria of the operating company before uprating performed.
- b) A plan shall be prepared for uprating which shall include a written procedure that will ensure compliance with each applicable requirement of this section.
- c) Before increasing the maximum allowable operating pressure of a segment that has been operating at a pressure less than that determined by para. 845.213, the following investigative and corrective measures shall be taken.
  - 1) The design, initial installation, method, and date of previous testing, Location Classes, materials, and equipment shall be reviewed to determine that the proposed increase is safe and consistent with the requirements of this Code.
  - 2) The condition of the line shall be determined by leakage surveys, other field inspections, and by examination of maintenance records.
  - 3) Repairs, replacements, or alterations



yang dinyatakan perlu oleh butir 845.61(c)(1) dan (c)(2) harus dilakukan sebelum penaikan tingkatan.

disclosed to be necessary by subparas. (c)(1) and (c)(2) above shall be made prior to the uprating.

- d) Tes baru sesuai dengan persyaratan standar ini hendaknya dipertimbangkan jika bukti-bukti yang memuaskan untuk memastikan operasi yang aman pada tekanan operasi boleh maksimum yang diusulkan tidak tersedia.
- e) Bila penaikan *rating* tekanan gas diizinkan berdasarkan butir 845.62, 845.63, 845.64, dan 845.65 maka tekanan gas harus dinaikkan secara bertahap, dengan suatu survei bocoran yang dilaksanakan setelah setiap tahapan kenaikan. Jumlah tahapan kenaikan-tekanan harus ditentukan operator setelah mempertimbangkan jumlah total kenaikan tekanan, tingkat tegangan pada tekanan operasi boleh maksimum akhir, kondisi saluran yang telah diketahui, dan jarak terdekat saluran ke bangunan lain. Jumlah tahapan kenaikan harus mencukupi untuk memastikan bahwa setiap bocoran telah dideteksi sebelum bocoran itu dapat menimbulkan bahaya potensial. Bocoran yang ditemukan tersebut harus direparasi sebelum menaikkan tekanan lebih lanjut. Survei kebocoran akhir harus dilaksanakan pada tekanan operasi-boleh maksimum yang lebih tinggi.
- f) Rekod untuk penaikan *rating*, termasuk setiap investigasi yang diperlukan pada bab ini, tindakan koreksi yang telah diambil, dan tes tekanan yang telah dilaksanakan harus disimpan selama fasilitas-fasilitas yang terlibat masih dioperasikan.
- d) A new test according to the requirements of this Code should be considered if satisfactory evidence is not available to assure safe operation at the proposed maximum allowable operating pressure.
- e) When gas upratings are permitted under paras. 845.62, 845.63, 845.64, and 845.65, the gas pressure shall be increased in increments, with a leak survey performed after each incremental increase. The number of increments shall be determined by the operator after considering the total amount of the pressure increase, the stress level at the final maximum allowable operating pressure, the known condition of the line, and the proximity of the line to other structures. The number of increments shall be sufficient to assure that any leaks are detected before they can create a potential hazard. Potentially hazardous leaks discovered shall be repaired before further increasing the pressure. A final leak survey shall be conducted at the higher maximum allowable operating pressure.
- f) Records for uprating, including each investigation required by this section, corrective action taken, and pressure test conducted, shall be retained as long as the facilities involved remain in service.

**845.62** Penaikan *rating* pipa penyalur atau pipa induk baja sampai tekanan yang akan menghasilkan tegangan melingkar 30% kums atau lebih besar. Tekanan operasi-boleh maksimum dapat dinaikkan setelah dipenuhinya butir 845.61(c) dan salah satu ketentuan berikut :

**845.62** Uprating steel pipelines or mains to a pressure that will produce a hoop stress of 30% or more of SMYS. The maximum allowable operating pressure may be increased after compliance with para. 845.61(c) and one of the following provisions.

- a) Jika kondisi fisik saluran sebagaimana ditentukan butir 845.61(c) mengindikasikan bahwa saluran mampu menahan
- a) If the physical condition of the line as determined by para. 845.61(c) indicates the line is capable of withstanding the



tekanan operasi lebih tinggi yang diinginkan, dan sesuai dengan kesepakatan umum persyaratan desain Standar ini, serta saluran telah dites sebelumnya sampai tekanan yang sama atau lebih besar dari tekanan yang disyaratkan Standar ini bagi suatu saluran baru untuk tekanan operasi-boleh maksimum yang diusulkan, maka saluran boleh dioperasikan pada tekanan operasi boleh maksimum yang lebih tinggi.

desired higher operating pressure, is in general agreement with the design requirements of this Code, and the line has previously been tested to a pressure equal to or greater than that required by this Code for a new line for the proposed maximum allowable operating pressure, the line may be operated at the higher maximum allowable operating pressure.

- b) Jika kondisi fisik saluran sebagaimana ditentukan butir 845.61(c) mengindikasikan bahwa kemampuan saluran menahan tekanan operasi yang lebih tinggi tidak dapat dibuktikan secara memuaskan atau saluran itu sebelumnya tidak dites sampai tingkat yang disyaratkan oleh Standar ini untuk saluran baru untuk TOMB lebih tinggi yang diusulkan, maka saluran boleh dioperasikan pada TOMB yang lebih tinggi bila saluran mampu menahan tes yang disyaratkan oleh Standar ini untuk pipa baru yang beroperasi dibawah kondisi yang sama.
- c) Jika kondisi fisik saluran sebagaimana ditentukan butir 845.61(c) membuktikan kemampuannya beroperasi pada tekanan yang lebih tinggi, maka TOMB yang lebih tinggi boleh ditetapkan sesuai dengan butir 845.213 menggunakan tekanan tertinggi yang telah dialami saluran tersebut sebagai tekanan tes, baik yang didapat dalam tes kekuatan ataupun dalam operasi aktual.
- d) Jika diperlukan untuk mengetes pipa penyalur atau pipa induk sebelum pipa itu dinaikkan *rating*-nya menjadi TOMB yang lebih tinggi, dan jika tidak praktis untuk mengetes saluran tersebut disebabkan biaya atau kesulitan dalam menghentikan operasi pipa tersebut, atau disebabkan kondisi operasi lain, maka TOMB yang lebih tinggi boleh ditetapkan dalam lokasi kelas I sebagai berikut :
- 1) melaksanakan persyaratan butir 845.61(c).
  - 2) menyeleksi TOMB baru konsisten
- b) If the physical condition of the line as determined by para. 845.61(c) indicates that the ability of the line to withstand the higher maximum operating pressure has not been satisfactorily verified or that the line has not been previously tested to the levels required by this Code for a new line for the proposed higher maximum allowable operating pressure, the line may be operated at the higher maximum allowable operating pressure if the line shall successfully withstand the test required by this Code for a new line to operate under the same conditions.
- c) If the physical condition of the line as determined by para. 845.61(c) verifies its capability of operating at a higher pressure, a higher maximum allowable operating pressure may be established according to para. 845.213 using as a test pressure the highest pressure to which the line has been subjected, either in a strength test or in actual operation.
- d) If it is necessary to test a pipeline or main before it can be uprated to a higher maximum allowable operating pressure, and if it is not practical to test the line either because of the expense or difficulties created by taking it out of service, or because of other operating conditions, a higher maximum allowable operating pressure may be established in Location Class I as follows.
- 1) Perform the requirements of para. 845.61(c).
  - 2) Select a new maximum allowable



dengan kondisi saluran dan persyaratan desain standar ini, dengan ketentuan :

- a) TOMB baru tidak boleh melebihi 80% TOMB yang diajukan untuk saluran baru pada kondisi yang sama; dan
- b) tekanan dinaikkan bertahap sebagaimana ditentukan dalam butir 845.6 1 (e).

**845.63** Penaikan *rating* pipa penyalur baja atau plastik sampai tekanan yang akan menghasilkan regangan melingkar kurang dari 30% KLMS

- a) Persyaratan ini berlaku untuk pipa induk dan pipa penyalur baja tekanan tinggi di mana TOMB yang lebih tinggi adalah kurang dari TOMB yang disyaratkan untuk menghasilkan tegangan melingkar 30% KLMS pipa dan untuk semua sistem distribusi perpipaan plastik tekanan tinggi. Jika TOMB yang lebih tinggi daripada pipa penyalur atau pipa induk besarnya melebihi 30% KLMS pipa, maka ketentuan butir 845.62 akan berlaku.
- b) Sebelum menaikkan tekanan operasi-boleh maksimum suatu sistem yang telah dioperasikan pada tekanan kurang dari tekanan maksimum yang berakut hingga mencapai tekanan operasi-boleh maksimum yang lebih tinggi, maka faktor berikut harus dipertimbangkan :
  - 1) kondisi fisik saluran yang ditentukan butir 845.61 (c)
  - 2) informasi dari pamanufaktur atau pemasok yang menentukan bahwa setiap komponen sistem perpipaan plastik mampu beroperasi pada tekanan yang lebih tinggi secara memuaskan.
- c) Sebelum menaikkan tekanan, langkah berikut harus diambil.
  - 1) memasang piranti yang sesuai pada saluran servis untuk mengatur dan membatasi tekanan gas sesuai dengan butir 845.243 jika tekanan operasi-boleh maksimum baru melebihi 60 psi.
  - 2) memperkuat atau menahan dengan

operating pressure consistent with the condition of the line and the design requirements of this Code, provided:

- a) the new maximum allowable operating pressure does not exceed 80% of that permitted for a new line to operate under the same conditions; and
- b) the pressure is increased in increments as provided in para. 845.61(e).

**845.63** Uprating steel or plastic pipelines to a pressure that will produce a hoop stress less than 30% of SMYS

- a) This applies to high-pressure steel mains and pipelines where the higher maximum allowable operating pressure is less than that required to produce a hoop stress of 30% of the specified minimum yield strength of the pipe and to all high-pressure plastic distribution systems. If the higher maximum allowable operating pressure of a steel pipeline or main is more than 30% of the specified minimum yield strength of the pipe, the provisions of para. 845.62 shall apply.
- b) Before increasing the maximum allowable operating pressure of a system that has been operating at less than the applicable maximum pressure to a higher maximum allowable operating pressure, the following factors shall be considered:
  - 1) the physical condition of the line as determined by para. 845.61(c)
  - 2) information from the manufacturer or supplier determining that each component of a plastic system is capable of performing satisfactorily at the higher pressure.
- c) Before increasing the pressure, the following steps shall be taken.
  - 1) Install suitable devices on the service lines to regulate and limit the pressure of the gas in accordance with para. 845.243 if the new maximum allowable operating pressure is to be over 60 psi.
  - 2) Adequately reinforce or anchor offsets,



kokoh *offset*, lengkungan, dan ujung mati pada pipa yang digandengkan untuk menghindari pergerakan pipa seandainya *offset*, lengkungan atau ujung mati terekspos dalam penggalian.

- 3) menaikkan tekanan secara bertahap seperti yang ditentukan dalam butir 845.61 (e).

**845.64** Penaikan *rating* pipa induk atau sistem tekanan tinggi yang terbuat dari besi cor atau besi duktul ke TOMB yang baru dan lebih tinggi

a) Tekanan operasi-boleh maksimum pipa induk atau sistem yang terbuat dari besi cor tidak boleh dinaikkan sampai tekanan melebihi yang diizinkan dalam butir butir 842.21.1. Bila rekod tidak cukup lengkap untuk memungkinkan penerapan langsung butir 842.21 1, maka prosedur berikut ini harus digunakan.

- 1) Kondisi penggelaran. Bila kondisi penggelaran awal tidak dapat diketahui dengan pasti, maka harus diasumsikan bahwa terdapat Kondisi D (pipa yang disangga di atas balok, urukan yang dipadatkan) untuk pipa besi cor dan terdapat Kondisi B (pipa yang digelar tanpa balok, timbunan yang dipadatkan) untuk pipa besi duktul.
- 2) *Cover*. Kecuali kalau kedalaman *cover* maksimum aktual telah diketahui dengan pasti, maka kedalaman itu harus ditentukan dengan mengekspos main atau sistem pada 3 titik atau lebih dan melakukan pengukuran aktual. Main atau sistem harus diekspos dalam area tersebut di mana kedalaman *cover* diperkirakan terbesar. Kedalaman *cover* yang diukur terbesar harus digunakan untuk perhitungan.
- 3) Tebal dinding nominal. Kecuali jika tebal dinding nominal diketahui secara pasti, maka ketebalan harus ditentukan dengan alat pengukur ultrasonik. Rata-rata semua pengukuran yang telah diambil harus ditambahkan dengan alowans yang ditunjukkan dalam tabel berikut:

bends, and dead ends in coupled pipe to avoid movement of the pipe should the offset, bend, or dead end be exposed in an excavation.

- 3) Increase pressure in increments as provided in para. 845.61(e).

**845.64** Uprating a ductile iron high-pressure main or system to a new and higher maximum allowable operating pressure.

a) The maximum allowable operating pressure of a ductile iron main or system shall not be increased to a pressure in excess of that permitted in para. 842.211. Where records are not complete enough to permit the direct application of para. 842.211, the following procedures shall be used.

- 1) *Laying condition*. Where the original laying conditions cannot be ascertained, it shall be assumed that Condition D (pipe supported on blocks, tamped backfill) exists for cast iron pipe and Condition B (pipe laid without blocks, tamped backfill) exists for ductile iron pipe.
- 2) *Cover*. Unless the actual maximum cover depth is known with certainty, it shall be determined by exposing the main or system at three or more points and making actual measurements. The main or system shall be exposed in those areas where the cover depth is most likely to be greatest. The greatest measured cover depth shall be used for computations.
- 3) *Nominal wall thickness*. Unless the nominal thickness is known with certainty, it shall be determined with ultrasonic measuring devices. The average of all measurements taken shall be increased by the allowance indicated in the following table:



Allowance, in.

Nominal pipe size	Cast iron pipe		Ductile iron pipe
	Pit cast pipe	Centrifugally cast pipe	
3-8	0.075	0.065	0.065
10-12	0.08	0.07	0.07
14-24	0.08	0.08	0.075
30-42	0.09	0.09	0.075
48	0.09	0.09	0.08
54-60	0.09	.....	.....

Tebal dinding nominal besi cor harus merupakan tebal standar yang tertera pada Tabel 10 atau Tabel 11 - dipilih mana yang berlaku - AWWA C101 yang terdekat dengan nilai yang diperoleh. Tebal dinding nominal besi duktal harus merupakan tebal standar yang tertera pada Tabel 6 ANSI/AWWA C150/A21.50 yang terdekat dengan nilai yang diperoleh.

The nominal wall thickness of cast iron shall be that standard thickness listed in Table 10 or Table 11 – whichever is applicable - of AWWA C101 that is nearest the value obtained. The nominal wall thickness of ductile iron shall be that standard thickness listed in Table 6 of ANSI/AWWA C150/A21.50 nearest the value thus obtained.

- 4) Proses manufaktur. Kecuali jika proses manufaktur pipa besi cor diketahui dengan pasti, maka pipa ini harus diasumsikan sebagai pipa cor pit yang mempunyai kuat tarik pecah  $S$  11,000 psi dan modulus rupture  $R$  31.000 psi.
  - 4) *Manufacturing process.* Unless the cast iron pipe manufacturing process is known with certainty, it shall be assumed to be pit cast pipe having a bursting tensile strength  $S$  of 11,000 psi and a modulus of rupture  $R$  of 31,000 psi.
- b) Sebelum menaikkan tekanan operasi-boleh maksimum, tindakan berikut harus diambil.
    - 1) menelaah kondisi fisis seperti yang disyaratkan butir 845.61(c).
    - 2) memperkuat atau menahan dengan kokoh *offset*, lengkungan dan ujung mati pada pipa yang digandeng atau pipa bell dan spigot untuk menghindari pergerakan pipa seandainya *offset*, lengkungan, atau ujung mati terekspos karena penggalian.
    - 3) memasang alat yang cocok pada pipa servis untuk mengatur dan membatasi tekanan gas sesuai butir 845.243 jika tekanan operasi-boleh maksimum baru dan lebih tinggi melebihi 60 psig.
  - b) Before increasing the maximum allowable operating pressure, the following measures shall be taken.
    - 1) Review the physical condition as required by para. 845.61(c).
    - 2) Adequately reinforce or anchor offsets, bends, and dead ends in coupled or bell and spigot pipe to avoid movement of the pipe, should the offset, bend, or dead end be exposed by excavation.
    - 3) Install suitable devices on the service lines to regulate and limit the pressure of the gas in accordance with para. 845.243 if the new and higher maximum allowable operating pressure



- c) Jika setelah dipenuhinya persyaratan butir 845.64(a) dan (b), dan ditetapkan bahwa sistem main mampu menahan dengan aman TOMB baru dan lebih tinggi yang diusulkan, tekanan harus dinaikkan seperti yang ditentukan dalam butir 845.61(e).

**845.65** Penaikan *rating* sistem distribusi yang telah dioperasikan pada tekanan rendah (meter atau inci kolom air) ke suatu tekanan lebih tinggi

- a) Sebagai tambahan pada tindakan pencegahan yang dijelaskan dalam butir 845.61(c) dan persyaratan yang berlaku dalam butir 845.63 dan 845.64, langkah-langkah berikut harus diambil.
- 1) Memasang piranti pengatur tekanan pada setiap meter pelanggan.
  - 2) Membuktikan bahwa segmen yang sedang dinaikkan *rating*-nya tidak berhubungan secara fisik dengan semua segmen yang masih tetap bekerja pada inci kolom air (tekanan rendah).
- b) Setelah melaksanakan langkah yang dijelaskan dalam butir 845.65(a), tekanan harus dinaikkan secara bertahap seperti yang dijelaskan dalam butir 845.61(e). Namun demikian, setelah kenaikan tahapan pertama, langkah-langkah harus diambil untuk memastikan bahwa regulator pelanggan bekerja dengan memuaskan.

## 846 Katup<sup>3</sup>

### 846.1 Penjarakkan katup yang disyaratkan

#### 846.11 Pipa transmisi

- a) Kecuali untuk instalasi lepas-pantai, katup penutup harus dipasang pada jarak tertentu sepanjang saluran pipa transmisi baru pada jarak-jarak tertentu pada saat konstruksi. Saat menentukan jarak-antar katup, pertimbangan utama harus diberikan pada lokasi-lokasi yang selalu mudah dijangkau. Faktor-faktor lainnya meliputi konservasi gas, waktu mem-*blow down* bagian yang diisolasi, kontinuitas

is to be over 60 psig.

- c) If after compliance with paras. 845.64(a) and (b), it is established that the main system is capable of safely withstanding the proposed new and higher maximum allowable operating pressure, the pressure shall be increased as provided in para. 845.61(e).

**845.65** Uprating a distribution system which has been operating at inches of water (low-pressure) to a higher pressure

- a) In addition to the precautions outlined in para. 845.61(c) and the applicable requirements contained in paras. 845.63 and 845.64, the following steps must be taken.
- 1) Install pressure regulating devices at each customer's meter.
  - 2) Verify that the segment being uprated is physically disconnected from all segments of line which will continue to operate at inches of water.
- b) After performing the steps outlined in (a) above, the pressure shall be increased in increments as outlined in para. 845.61(e). However, after the first incremental increase, steps shall be taken to verify that the customer's regulators are performing satisfactorily.

## 846 Valves<sup>3</sup>

### 846.1 Required spacing of valves

#### 846.11 Transmission lines

- a) Except for offshore installations, sectionalizing block valves shall be installed in new transmission pipelines at the time of construction. When determining the sectionalizing valve spacing, primary consideration shall be given to locations which provide continuous accessibility to the valves. Other factors involve the conservation of gas, time to blow down the isolated



pelayanan gas, fleksibilitas pengoperasian yang diperlukan, perkembangan masa mendatang yang diperkirakan di dalam jarak antar katup, dan kondisi alami utama yang dapat menimbulkan efek merugikan terhadap pengoperasian dan keamanan pipa transmisi.

<sup>3</sup> Lihat butir 849.12 dan 849.13 untuk ketentuan mencakup katup pada saluran servis.

b) Walaupun telah dipertimbangkan dalam butir 846.11(a), penspasian antara katup-katup pada pipa transmisi baru harus tidak melebihi ketentuan berikut :

- 1) 20 mil dalam area lokasi kelas 1.
- 2) 15 mil dalam area lokasi kelas 2.
- 3) 10 mil dalam area lokasi kelas 3.
- 4) 5 mil dalam area lokasi kelas 4.

c) Jarak antara yang ditentukan butir 846.11(b) boleh disesuaikan sedikit agar katup dapat dipasang pada lokasi yang lebih mudah dicapai, dengan aksesibilitas kontinu menjadi pertimbangan utama.

**846.12** Katup pada pipa induk distribusi baik untuk kepentingan operasi ataupun keadaan darurat harus dijarakkan sebagai berikut :

- a) Sistem distribusi tekanan-tinggi. Katup-katup harus dipasang pada sistem distribusi tekanan-tinggi pada lokasi yang mudah dicapai untuk mengurangi waktu *shut-down* bagian main dalam keadaan darurat. Dalam menentukan jarak antara katup, pertimbangan hendaknya diberikan pada tekanan operasi dan ukuran mains dan kondisi fisik lokal demikian juga jumlah dan tipe pelanggan yang mungkin dipengaruhi *shut-down*.
- b) Sistem distribusi tekanan-rendah. Katup dapat digunakan dalam sistem distribusi tekanan-rendah, tetapi tidak disyaratkan kecuali sebagaimana dispesifikasikan dalam butir 846.22(a).

## 846.2 Lokasi katup

### 846.21 Katup transmisi

section, continuity of gas service, necessary operating flexibility, expected future development within the valve spacing section, and significant natural conditions that may adversely affect the operation and security of the line.

<sup>3</sup> See paras. 849.12 and 849.13 for provisions covering valves in service lines.

b) Notwithstanding the considerations in (a) above, the spacing between valves on a new transmission line shall not exceed the following:

- 1) 20 miles in areas of predominantly Location Class 1;
- 2) 15 miles in areas of predominantly Location Class 2;
- 3) 10 miles in areas of predominantly Location Class 3;
- 4) 5 miles in areas of predominantly Location Class 4.

c) The spacing defined in (b) above may be adjusted slightly to permit a valve to be installed in a more accessible location, with continuous accessibility being the primary consideration.

**846.12** Valves on distribution mains, whether for operating or emergency purposes, shall be spaced as follows:

- a) *High-pressure distribution systems.* Valves shall be installed in high-pressure distribution systems in accessible locations in order to reduce the time to shut down a section of main in an emergency. In determining the spacing of the valves, consideration should be given to the operating pressure and size of the mains and local physical conditions as well as the number and type of consumers that might be affected by a shutdown.
- b) *Low-pressure distribution systems.* Valves may be used on low-pressure distribution systems, but are not required except as specified in para. 846.22(a).

## 846.2 Location of valves

### 846.21 Transmission valves



- a) Pemasangan katup-katup pada jarak tertentu harus mudah dicapai dan dilindungi dari kerusakan dan pemukulan. Jika suatu katup *blowdown* digunakan, katup tersebut harus ditempatkan pada lokasi di mana gas dapat dihembuskan ke atmosfer tanpa menimbulkan bahaya tidak semestinya.
- b) Katup antar-jarak tertentu boleh dipasang di atas tanah, dalam vault, atau ditanam. Pada semua instalasi, alat pembuka atau penutup katup, harus dapat dicapai dengan cepat oleh petugas berwenang. Semua katup harus disangga secara memadai untuk mencegah penurunan perpipaan yang dipautkan.
- c) Katup *blowdown* harus disediakan sedemikian rupa sehingga setiap bagian pipa penyalur antara katup-katup saluran main dapat di-*blowdown*. Ukuran dan kapasitas koneksi untuk pem-*blowdown*-an saluran harus sedemikian rupa sehingga dalam keadaan darurat bagian saluran dapat di-*blowdown* secepat mungkin.
- d) Standar ini tidak mensyaratkan penggunaan katup otomatis, ataupun tidak menyatakan bahwa penggunaan katup otomatis yang pada saat sekarang dikembangkan akan memberikan perlindungan penuh pada sistem perpipaan. Penggunaan dan pemasangannya harus merupakan pilihan atau kebijaksanaan perusahaan pengelola.
- a) Sectionalizing block valves shall be accessible and protected from damage and tampering. If a blowdown valve is involved, it shall be located where the gas can be blown to the atmosphere without undue hazard.
- b) Sectionalizing valves may be installed above ground, in a vault, or buried. In all installations an operating device to open or close the valve shall be readily accessible to authorized persons. All valves shall be suitably supported to prevent settlement or movement of the attached piping.
- c) Blowdown valves shall be provided so that each section of pipeline between main line valves can be blown down. The sizes and capacity of the connections for blowing down the line shall be such that under emergency conditions the section of line can be blown down as rapidly as is practicable.
- d) This Code does not require the use of automatic valves, nor does the Code imply that the use of automatic valves presently developed will provide full protection to a piping system. Their use and installation shall be at the discretion of the operating company.

#### 846.22 Katup sistem distribtisi

- a) Katup harus dipasang pada *inlet* perpipaan setiap stasiun regulator pengontrol aliran atau tekanan gas pada suatu sistem distribusi. Jarak antara katup dan regulator atau regulator-regulator harus cukup memungkinkan pengoperasian katup selama keadaan darurat, seperti kebocoran gas besar atau adanya kebakaran dalam stasiun.
- b) Katup pada pipa induk distribusi, baik untuk kepentingan pengoperasian maupun dalam keadaan darurat, harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga memberikan akses yang cepat dan mudah dalam pengoperasiannya selama keadaan darurat. Bilamana katup

#### 846.22 Distribution system valves

- a) A valve shall be installed on the inlet piping of each regulator station controlling the flow or pressure of gas in a distribution system. The distance between the valve and the regulator or regulators shall be sufficient to permit the operation of the valve during an emergency, such as a large gas leak or a fire in the station.
- b) Valves on distribution mains, whether for operating or emergency purposes, shall be located in a manner that will provide ready access and facilitate their operation during an emergency. Where a valve is installed in a buried box or enclosure, only ready access to the operating stem or



dipasang dalam kotak tertanam atau tempat tertutup, hanya akses yang cepat ke stem atau ke mekanisme pengoperasi katup yang disarankan. Kotak atau tempat tertutup lainnya harus dipasang sedemikian rupa untuk menghindari terjadinya beban eksternal pada pipa induk.

## 847 Vault

### 847.1 Persyaratan desain structural

*Vault* atau lubang bawah tanah untuk katup, stasiun pelepas tekanan, pembatas tekanan, atau stasiun pengatur tekanan dan sebagainya, harus didesain dan dikonstruksi sesuai dengan ketentuan berikut :

- a) *Vault* dan lubang harus didesain dan dikonstruksi sesuai dengan praktek rekayasa struktural yang baik untuk menerima beban yang mungkin dikenakan padanya.
- b) Ruang kerja yang cukup harus disediakan sedemikian rupa sehingga semua peralatan yang dibutuhkan dalam *vault* dapat dipasang, dioperasikan dan dipelihara dengan baik.
- c) Dalam pendesainan *vault* dan lubang untuk peralatan pembatas tekanan, pelepas tekanan dan pengatur tekanan, pertimbangan harus diberikan untuk perlindungan peralatan yang dipasang dari kerusakan, seperti kerusakan yang disebabkan oleh ledakan dalam *vault* atau lubang yang dapat menyebabkan bagian atap atau tutup jatuh ke dalam *vault*.
- d) Pipa yang memasuki dan berada dalam *vault* atau lubang regulator harus terbuat dari baja ukuran NPS 10 dan ukuran lebih kecil, kecuali untuk perpipaan *gage* dan kontrol dapat dibuat dari tembaga. Bila perpipaan memanjang melewati struktur *vault* atau lubang, ketentuan harus dibuat untuk mencegah lewatnya gas atau cairan melalui bukaan dan menghindarkan regangan dalam perpipaan. Peralatan dan perpipaan harus ditahan secara memadai oleh penyangga beton, *masonry* atau logam. Perpipaan kontrol harus ditempatkan dan disangga dalam *vault* atau lubang sedemikian rupa

mechanism is implied. The box or enclosure shall be installed in a manner to avoid transmitting external loads to the main.

## 847 Vaults

### 847.1 Structural design requirements

Underground vaults or pits for valves, pressure relieving, pressure limiting or pressure regulating stations, etc., shall be designed and constructed in accordance with the following provisions.

- a) Vaults and pits shall be designed and constructed in accordance with good structural engineering practice to meet the loads that may be imposed on them.
- b) Sufficient working space shall be provided so that all of the equipment required in the vault can be properly installed, operated, and maintained.
- c) In the design of vaults and pits for pressure limiting, pressure relieving, and pressure regulating equipment, consideration shall be given to the protection of the installed equipment from damage, such as that resulting from an explosion within the vault or pit which may cause portions of the roof or cover to fall into the vault.
- d) Pipe entering and within regulator vaults or pits shall be steel for NPS 10 and smaller sizes, except that control and gage piping may be copper. Where piping extends through the vault or pit structure, provision shall be made to prevent the passage of gases or liquids through the opening and to avert strains in the piping. Equipment and piping shall be suitably sustained by metal, masonry, or concrete supports. The control piping shall be placed and supported in the vault or pit so that its exposure to injury or damage is reduced to a minimum.



sehingga ketereksposannya terhadap pengrusakan atau kerusakan dapat dikurangi seminimum mungkin.

- e) Bukaan *vault* atau lubang harus ditempatkan sedemikian rupa untuk meminimumkan bahaya yang timbul dari perkakas atau obyek lain yang terjatuh di atas regulator, atau peralatan lainnya. Perpipaan kontrol dan bagian pengoperasian peralatan yang dipasang tidak boleh ditempatkan di bawah bukaan *vault* atau lubang di mana pekerja dapat menginjaknya saat memasuki atau meninggalkan *vault* atau lubang, kecuali jika bagian itu dilindungi secara memadai.
- f) Jika bukaan *vault* atau lubang akan ditempatkan di atas peralatan yang dapat rusak akibat jatuhnya tutup, maka suatu tutup bundar hendaknya dipasang atau tindakan pencegahan lainnya yang memadai hendaknya diambil.

#### 847.2 Aksesibilitas

Aksesibilitas harus dipertimbangkan dalam memilih lokasi *vault*. Beberapa faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam memilih lokasi *vault* adalah sebagai berikut :

- a) Ketereksposan terhadap lalu-lintas. Penempatan *vault* pada persimpangan jalan atau pada tempat di mana lalu lintas ramai atau padat hendaknya dihindarkan.
- b) Ketereksposan pada banjir. *Vault* hendaknya tidak ditempatkan pada titik elevasi minimum, dekat kolam penangkap atau di mana tutup akses akan berada dalam permukaan air.
- c) Ketereksposan terhadap bahaya *Subsurface* Berdekatan. *Vault* hendaknya ditempatkan sejauh mungkin dari fasilitas air, listrik, uap air, atau fasilitas lainnya.

#### 847.3 *Vault sealing, venting* dan ventilasi

*Vault* dan lubang yang atasnya tertutup dan terletak di bawah tanah yang di dalamnya terdapat stasiun pengatur atau reduksi tekanan atau stasiun pembatas atau pelepas tekanan harus disil , di-vent, atau diventilasi sebagai berikut :

- a) Jika volume internal melebihi 200 cu fit, *vault* atau pit tersebut harus diventilasi

- e) Vault or pit openings shall be located so as to minimize the hazards of tools or other objects falling upon the regulator, piping, or other equipment. The control piping and the operating parts of the equipment installed shall not be located under a vault or pit opening where workmen can step on them when entering or leaving the vault or pit, unless such parts are suitably protected.

- f) Whenever a vault or pit opening is to be located above equipment which could be damaged by a falling cover, a circular cover should be installed or other suitable precautions taken.

#### 847.2 Accessibility

Accessibility shall be considered in selecting a site for a vault. Some of the important factors to consider in selecting the location of a vault are as follows.

- a) *Exposure to traffic*. The location of vaults in street intersections or at points where traffic is heavy or dense should be avoided.
- b) *Exposure to flooding*. Vaults should not be located at points of minimum elevation, near catch basins, or where the access cover will be in the course of surface waters.
- c) *Exposure to adjacent subsurface hazards*. Vaults should be located as far as is practical from water, electric, steam, or other facilities.

#### 847.3 Vault sealing, venting, and ventilation

Underground vaults and closed top pits containing either a pressure regulating or reduction station or a pressure limiting or relieving station shall be sealed, vented, or ventilated as follows.

- a) When the internal volume exceeds 200 cu ft, such vaults or pits shall be ventilated



- dengan dua saluran yang masing-masing mempunyai sekurang-kurangnya efek ventilasi pipa NPS 4.
- b) Ventilasi yang disediakan harus mencukupi untuk meminimumkan kemungkinan formasi atmosfer yang mudah terbakar dalam *vault* atau lubang. *Vent* yang menjadi satu dengan alat pengatur atau pelepas tekanan tidak boleh dikoneksikan dengan ventilasi *vault* atau *pit*.
- c) Saluran harus menonjol sampai tingginya di atas level tanah yang cukup untuk menyebarkan setiap campuran gas-udara yang dibuang. Ujung luar saluran harus dilengkapi dengan fitting kedap air atau kepala *vent* yang memadai yang didesain untuk mencegah benda-benda asing memasuki atau menghalangi saluran. Area efektif bukaan pada fitting atau *vent head* harus sekurang-kurangnya sama dengan luas penampang area melintang saluran NPS 4. Bagian horizontal saluran harus sependek mungkin dan harus dipasang miring untuk mencegah akumulasi cairan dalam saluran. Jumlah lengkungan dan *offset* harus dikurangi seminimum mungkin dan ketentuan-ketentuan harus disatukan untuk mempermudah pembersihan saluran secara berkala.
- d) Vault atau lubang yang memiliki volume internal antara 75 kaki kubik dan 200 kaki kubik boleh disil, di-*vent*, atau diventilasi. Jika disil, semua bukaan harus dilebngkapuidengan tutup fitting rapat tanpa lubang terbuka melalui mana suatu campuran eksplosif mungkin dapat terbakar. Harus diusahakan untuk menguji atmosfer internal sebelum melepaskan tutup. Jika di-*vent*, ketentuan yang tepat untuk mencegah sumber nyala luar dapat mencapai atmosfer *vault* harus disediakan. Jika diventilasi, ketentuan butir 847.3(a), (b) dan (c) atau (e), harus diterapkan.
- e) Jika vault atau lubang yang mengacu kepada butir 847.3(d) diventilasi dengan cara membuat bukaan pada tutup atau *grating*, dan rasio volume internal dalam satuan kaki kubik terhadap area-ventilasi efektif tutup atau *grating* dalam satuan kaki persegi adalah lebih kecil dari 20 : 1, maka ventilasi tambahan tidak diperlukan.
- with two ducts each having at least the ventilating effect of an NPS 4 pipe.
- b) The ventilation provided shall be sufficient to minimize the possible formation of a combustible atmosphere in the vault or pit. Vents associated with the pressure regulating or pressure relieving equipment must not be connected to the vault or pit ventilation.
- c) The ducts shall extend to a height above grade adequate to disperse any gas-air mixtures that might be discharged. The outside end of the ducts shall be equipped with a suitable weatherproof fitting or vent head designed to prevent foreign matter from entering or obstructing the duct. The effective area of the opening in such fittings or vent heads shall be at least equal to the cross-sectional area of an NPS 4 duct. The horizontal section of the ducts shall be as short as practical and shall be pitched to prevent the accumulation of liquids in the line. The number of bends and offsets shall be reduced to a minimum and provisions shall be incorporated to facilitate the periodic cleaning of the ducts.
- d) Such vaults or pits having an internal volume between 75 cu ft and 200 cu ft may be either sealed, vented, or ventilated. If sealed, all openings shall be equipped with tight-fitting covers without open holes through which an explosive mixture might be ignited. Means shall be provided for testing the internal atmosphere before removing the cover. If vented, the proper provision to prevent external sources of ignition from reaching the vault atmosphere must be provided. If ventilated, the provisions of either (a), (b), and (c) above or (e) below shall apply.
- e) If vaults or pits referred to in (d) above are ventilated by means of openings in the covers or gratings, and the ratio of the internal volume in cubic feet to the effective ventilating area of the cover or grating in square feet is less than 20 to 1, no additional ventilation is required.



- f) Vault atau lubang yang mempunyai volume internal kurang dari 75 kaki kubik tidak memerlukan persyaratan spesifik.

#### 847.4 Drainase dan pengkedap-air

- Ketentuan harus dibuat untuk meminimumkan masuknya air ke dalam *vault*. Sekalipun demikian, peralatan *vault* harus selalu didesain untuk beroperasi dengan aman, jika dibanamkan.
- Vault* yang di dalamnya terdapat perpipaan gas tidak boleh dikoneksikan dengan cara koneksi drain ke sub-bangunan lain, seperti misalnya saluran pembuangan.
- Peralatan listrik pada vault harus memenuhi ketentuan Kelas 1, Group D, A NSI/NFPA 70.

#### 848 Meter dan regulator pelanggan

##### 848.1 Lokasi untuk instalasi meter dan regulator pelanggan

- Meter dan regulator pelanggan boleh ditempatkan di dalam atau di luar bangunan, tergantung pada kondisi setempat, kecuali itu pada saluran servis yang memerlukan regulator seri, sesuai dengan butir 845.243(a), regulator bagian hulunya harus ditempatkan di luar bangunan.
- Jika dipasang di dalam bangunan, regulator servis harus pada lokasi yang mudah dan cepat dicapai di dekat tempat masuknya saluran servis gas dan bilamana praktis, meter juga dipasang pada lokasi yang sama. Baik meter maupun regulator tidak boleh dipasang dalam kamar tidur, kloset, kamar mandi, di bawah tangga yang mudah terbakar, atau di suatu tempat yang tidak berventilasi atau sukar dicapai; atau berjarak kurang dari 3 kaki ke sumber api, termasuk tungku dan pemanas air. Pada pipa servis yang mensuplai pelanggan industri besar atau instalasi di mana gas yang digunakan lebih tinggi daripada tekanan servis standar, regulator dapat dipasang pada lokasi lain yang mudah dan cepat dicapai.
- Jika ditempatkan di luar bangunan, maka

- f) Vaults or pits having an internal volume less than 75 cu ft have no specific requirements.

#### 847.4 Drainage and waterproofing

- Provisions shall be made to minimize the entrance of water into vaults. Nevertheless, vault equipment shall always be designed to operate safely, if submerged.
- No vault containing gas piping shall be connected by means of a drain connection to any other substructure, such as a sewer.
- Electrical equipment in vaults shall conform to the requirements of Class 1, Group D, of ANSI/NFPA 70.

#### 848 Customers' meters and regulators

##### 848.1 Location for customers' meter and regulator installations

- Customers' meters and regulators may be located either inside or outside of buildings, depending upon local conditions, except that on service lines requiring series regulation, in accordance with para. 845.243(a), the upstream regulator shall be located outside of the building.
- When installed within a building, the service regulator shall be in a readily accessible location near the point of gas service line entrance and whenever practical, the meters shall be installed at the same location. Neither meters nor regulators shall be installed in bedrooms, closets, bathrooms, under combustible stairways, or in unventilated or inaccessible places; or closer than 3 ft to sources of ignition, including furnaces and water heaters. On service lines supplying large industrial customers or installations where gas is utilized at higher than standard service pressure, the regulators may be installed at other readily accessible locations.
- When located outside of buildings, meters



meter dan regulator servis harus dipasang pada lokasi yang mudah dan cepat dicapai di mana meter dan regulator tersebut akan dilindungi secara memadai terhadap kerusakan.

- d) Regulator yang membutuhkan *vent* agar dapat beroperasi dengan sempurna dan efektif harus di-*vent* ke atmosfer sesuai dengan ketentuan butir 844.33. *Vent* individual harus disediakan untuk setiap regulator.

#### **848.2 Tekanan operasi untuk instalasi meter pelanggan**

Meter selubung besi atau aluminium harus tidak digunakan dalam tekanan operasi boleh-maksimum lebih tinggi dari rating pamanufaktur untuk meter. Meter selubung baja lapis timah-baru harus tidak digunakan pada tekanan melebihi 50% tekanan tes pamanufaktur; meter selubung baja lapis timah bangun-ulang harus tidak digunakan pada tekanan melebihi 50% tekanan yang digunakan untuk mengetes meter setelah dibangun ulang.

#### **848.3 Perlindungan instalasi meter dan meter dan regulator pelanggan dari kerusakan**

**848.31** Meter dan regulator servis tidak boleh dipasang di mana deteriorasi korosi yang cepat atau penyebab lain dapat terjadi, kecuali jika langkah yang telah terbukti dilaksanakan untuk perlindungan terhadap deteriorasi tersebut.

**848.32** Piranti protektif yang memadai, seperti regulator tekanan-balik atau katup cek searah, harus dipasang pada bagian hilir meter jika dan sebagaimana disyaratkan dalam kondisi berikut :

- a) Jika sifat dasar peralatan yang digunakan dapat menyebabkan vakum pada meter, pasang regulator tekanan-balik pada bagian hilir meter.
- b) Pasang katup searah atau sejenisnya jika
  - 1) peralatan yang digunakan dapat menyebabkan tekanan-balik.
  - 2) peralatan gas dikoneksikan pada sumber oksigen atau udara kempa atau kompresi.

and service regulators shall be installed in readily accessible locations where they will be reasonably protected from damage.

- d) Regulators requiring vents for their proper and effective operation shall be vented to the outside atmosphere in accordance with the provisions of para. 848.33. Individual vents shall be provided for each regulator.

#### **848.2 Operating pressures for customers' meter installations**

Iron or aluminum case meters shall not be used at a maximum operating pressure higher than the manufacturer's rating for the meter. New tinned steel case meters shall not be used at a pressure in excess of 50% of the manufacturer's test pressure; rebuilt tinned steel case meters shall not be used at a pressure in excess of 50% of the pressure used to test the meter after rebuilding.

#### **848.3 Protection of customers' meter and regulator installations from damage**

**848.31** Meters and service regulators shall not be installed where rapid deterioration from corrosion or other causes is likely to occur, unless proven measures are taken to protect against such deterioration.

**848.32** A suitable protective device, such as a backpressure regulator or a check valve, shall be installed downstream of the meter if and as required under the following conditions.

- a) If the nature of the utilization equipment is such that it may induce a vacuum at the meter, install a back-pressure regulator downstream from the meter.
- b) Install a check valve or equivalent if:
  - 1) the utilization equipment might induce a back-pressure;
  - 2) the gas utilization equipment is connected to a source of oxygen or compressed air;



- 3) elpiji atau gas tambahan lainnya digunakan sebagai cadangan dan dapat mengalir balik ke dalam meter. Katup tiga-arrah, yang dipasang untuk memberi jalan masuk suplai cadangan dan pada waktu yang sama menghentikan suplai reguler, dapat digunakan sebagai pengganti katup cek jika diinginkan.

**848.33** Semua *vent* regulator servis dan *vent* pelepas, bila diperlukan, harus berakhir pada udara luar dalam fitting penahan hujan dan serangga. Ujung bukaan *vent* harus ditetakkan di tempat gas dapat keluar dengan bebas menuju atmosfer dan menjauhi setiap bukaan ke dalam bangunan jika terjadi kegagalan regulator yang mengakibatkan pelepasan gas. Pada lokasi di mana regulator servis dapat terendam selama banjir, suatu *fitting breather vent* khusus tipe anti-banjir harus dipasang atau saluran *vent* harus ditonjolkan sampai di atas ketinggian banjir yang diperkirakan.

**848.34** *Vault* dan lubang, rumah meter dan regulator pelanggan, harus didesain untuk menyangga berat kendaraan lalu lintas bila dipasang pada lokasi berikut:

- a) bagian gang, jalan, jalan raya yang dilalui kendaraan;
- b) *driveways*

#### 848.4 Instalasi meter dan regulator

Semua meter dan regulator harus dipasang dengan cara sedemikian rupa untuk mencegah tegangan yang tidak layak pada perpipaan penghubung atau meter atau keduanya. Koneksi timbel (Pb) dan koneksi lainnya yang terbuat dari material yang mudah rusak tidak boleh digunakan. Penggunaan nipel (semua ulir) *close weight standard* dilarang.

#### 849 Pipa servis gas

**849.1** Ketentuan umum yang berlaku untuk pipa servis baja, tembaga, dan plastik

##### 849.11 Pemasangan pipa servis

- 3) liquefied petroleum gas or other supplementary gas is used as standby and might flow back into the meter. A three-way valve, installed to admit the standby supply and at the same time shut off the regular supply, can be substituted for a check valve if desired.

**848.33** All service regulator vents and relief vents, where required, shall terminate in the outside air in rain and insect resistant fittings. The open end of the vent shall be located where the gas can escape freely into the atmosphere and away from any openings into the buildings if a regulator failure resulting in the release of gas occurs. At locations where service regulators might be submerged during floods, either a special antiflood type breather vent fitting shall be installed or the vent line shall be extended above the height of the expected flood waters.

**848.34** Pits and vaults housing customers' meters and regulators shall be designed to support vehicular traffic when installed in the following locations:

- a) travelled portions of alleys, streets, and highways;
- b) driveways.

#### 848.4 Installation of meters and regulators

All meters and regulators shall be installed in such a manner as to prevent undue stresses upon the connecting piping or the meter, or both. Lead (Pb) connections or other connections made of material which can be easily damaged shall not be used. The use of standard weight close (all thread) nipples is prohibited.

#### 849 Gas service lines

**849.1** General provisions applicable to steel, copper, and plastic service lines

##### 849.11 Installation of service lines



a) Pipa servis harus dipasang pada suatu kedalaman yang akan melindunginya dari beban luar dan aktivitas setempat yang berlebihan, seperti pertamanan. Disyaratkan bahwa kover minimum 12 inci disediakan untuk properti swasta dan minimum 18 inci untuk jalan dan jalan raya. Jika persyaratan *cover* tidak dapat dipenuhi karena substruktur yang telah ada, *cover* yang lebih rendah diperbolehkan asalkan bagian dari saluran servis ini yang mengalami beban *superimpose* yang berlebihan diselubungi atau dibuatkan jembatan atau pipanya diperkuat secara memadai.

b) Pipa servis harus disangga secara memadai pada semua titik (tempat) yang tidak terganggu atau pada tanah yang dipadatkan sehingga pipa tidak mengalami beban eksternal yang berlebih karena pengurukan kembali. Material yang digunakan untuk pengurukan kembali harus bebas dari batuan, material bangunan, dan sebagainya, yang dapat menyebabkan kerusakan pada pipa atau pelapis protektif.

c) Jika terbukti bahwa kondensat dalam gas jumlahnya cukup untuk menyebabkan gangguan suplai gas ke pelanggan, pipa servis harus dimiringkan untuk mengalirkan kondensat ke dalam pipa induk atau untuk menetes pada tempat yang rendah dalam pipa servis.

#### 849.12 Tipe katup yang sesuai untuk katup pipa servis

- a) Katup yang digunakan sebagai katup pipa servis harus memenuhi persyaratan butir 810 dan 831.1 yang berlaku.
- b) Penggunaan katup pipa servis dengan dudukan lunak tidak direkomendasikan apabila pendesainan katup sedemikian rupa sehingga ketereksposannya pada panas yang berlebihan dapat memberikan efek yang merugikan kemampuan katup untuk menjaga aliran gas.
- c) Katup yang tergabung dalam suatu *meter bar* yang memungkinkan meter untuk di-*bypass*-kan tidak memenuhi syarat sebagai katup pipa servis dalam Standar

a) Service lines shall be installed at a depth which will protect them from excessive external loading and local activities, such as gardening. It is required that a minimum of 12 in. of cover be provided in private property and a minimum of 18 in. of cover be provided in streets and roads. Where these cover requirements cannot be met due to existing substructures, less cover is permitted provided such portions of these service lines that are subject to excessive superimposed loads are cased or bridged or the pipe is appropriately strengthened.

b) Service lines shall be properly supported at all points on undisturbed or well compacted soil so that the pipe will not be subject to excessive external loading by the backfill. The material used for the backfield shall be free of rocks, building materials, etc., that might cause damage to the pipe or the protective coating.

c) Where there is evidence of condensate in the gas in sufficient quantities to cause interruptions in the gas supply to the customer, the service line shall be graded so as to drain into the main or to drips at the low points in the service line.

#### 849.12 Types of valves suitable for service line valves

- a) Valves used as service line valves shall meet the applicable requirements of paras. 810 and 831.1.
- b) The use of soft seat service line valves is not recommended when the design of the valves is such that exposure to excessive heat could adversely affect the ability of the valve to prevent the flow of gas.
- c) A valve incorporated in a meter bar which permits the meter to be bypassed does not qualify under this Code as a service line valve.



ini.

- |   |   |
|---|---|
| <p>d) Katup pipa servis pada pipa servis tekanan-tinggi, baik yang dipasang di dalam bangunan ataupun pada lokasi terbatas di luar bangunan di mana hembusan gas akan membahayakan, harus didesain dan dikonstruksi untuk meminimumkan kemungkinan terlepasnya inti katup secara sengaja ataupun tidak akibat alat atau perkakas rumah tangga.</p> <p>e) Perusahaan pengelola harus diyakinkan bahwa katup pipa servis yang dipasang di dalam pipa servis tekanan-tinggi sesuai untuk penggunaan ini dengan cara melaksanakan tes sendiri ataupun dengan menelaah tes-tes yang dilakukan oleh pamanufaktur.</p> <p>f) Pada pipa servis yang didesain untuk beroperasi pada tekanan lebih dari 60 psig, katup pipa servis harus merupakan ekuivalen dari katup tekanan yang diberi pelumas atau katup tipe <i>needle</i>. Tipe katup lainnya dapat digunakan bilamana tes oleh pamanufaktur atau pemakai mengindikasikan bahwa katup tersebut sesuai untuk fungsi semacam ini.</p> | <p>d) Service line valves of high-pressure service lines, installed either inside buildings or in confined locations outside buildings where the blowing of gas would be hazardous, shall be designed and constructed to minimize the possibility of the removal of the core of the valve accidentally or willfully with ordinary household tools.</p> <p>e) The operating company shall make certain that the service line valves installed on high-pressure service lines are suitable for this use either by making their own tests or by reviewing the tests made by the manufacturers.</p> <p>f) On service lines designed to operate at pressures in excess of 60 psig, the service line valves shall be the equivalent of a pressure lubricated valve or a needle type valve. Other types of valves may be used where tests by the manufacturer or by the user indicate that they are suitable for this kind of service.</p> |
|---|---|

#### 849.13 Lokasi katup pipa servis

- a) Katup pipa servis harus dipasang pada semua pipa servis baru (termasuk penggantian) pada lokasi yang mudah dan cepat dicapai dari luar.
- b) Katup-katup harus ditempatkan pada bagian hulu meter jika tidak terdapat regulator, atau pada bagian hulu regulator jika ada satu katup.
- c) Semua pipa servis yang beroperasi pada tekan lebih besar dari 10 psig, dan semua pipa servis NPS 2 atau lebih besar, harus dilengkapi dengan katup yang ditempatkan pada pipa servis di luar gedung, kecuali itu bilamana gas disuplai ke gedung bioskop, gereja, sekolah, pabrik, atau bangunan lain di mana terdapat banyak orang berkumpul, pemasangan katup luar disyaratkan tanpa memperhatikan ukuran pipa servis atau

#### 849.13 Location of service line valves

- a) Service line valves shall be installed on all new service lines (including replacements) in a location readily accessible from the outside.
- b) Valves shall be located upstream of the meter if there is no regulator, or upstream of the regulator, if there is one.
- c) All service lines operating at a pressure greater than 10 psig, and all service lines NPS 2 or larger, shall be equipped with a valve located on the service line of the building, except that whenever gas is supplied to a theatre, church, school, factory, or other building where large numbers of persons assemble, an outside valve will be required, regardless of the size of the service line or of the service line pressure.



tekanan pipa servis.

- d) Katup bawah tanah harus ditempatkan dalam *curb box* atau *standpipe* yang didesain kokoh dan tahan lama untuk memungkinkan pengoperasian katup dengan cepat. *Curb box* atau *standpipe* harus disangga bebas dari pipa servis.

**849.14** Lokasi koneksi pipa servis ke perpipaan induk. Direkomendasikan bahwa pipa servis dapat dikoneksikan baik ke bagian atas atau sisi pipa induk. Pengkoneksian ke bagian atas pipa induk lebih disukai, dalam upaya meminimumkan kemungkinan debu dan uap lembab yang terbawa dari pipa induk masuk ke dalam pipa servis.

#### **849.15 Pengetesan pipa servis setelah konstruksi**

**849.151 Ketentuan umum.** Setiap pipa servis harus dites setelah konstruksi dan sebelum dioperasikan untuk membuktikan bahwa pipa tersebut tidak bocor. Koneksi pipa servis ke pipa induk tidak perlu disertakan dalam tes ini jika tidak mungkin dilakukan.

#### **849.152 Persyaratan tes**

- Pipa servis yang akan dioperasikan pada tekanan kurang dari 1 psig, yang tidak mempunyai pelapis protektif yang mampu men-sil kebocoran untuk sementara, harus diberikan tes tekanan standup gas atau udara tidak kurang dari 10 psig untuk waktu sekurang-kurangnya 5 menit.
- Pipa servis yang akan dioperasikan pada tekanan kurang dari 1 psig, yang mempunyai pelapis protektif yang dapat men-sil kebocoran untuk sementara, dan semua pipas servis yang akan beroperasi pada tekanan 1 psig atau lebih, harus diberikan tes tekanan *standup* gas atau udara sekurang-kurangnya 5 menit pada tekanan operasi maksimum yang diusulkan untuk 90 psig, pilih yang lebih besar, kecuali itu pipa servis baja yang ditegangkan hingga 20% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih harus dites sesuai dengan persyaratan pengetesan pipa induk (lihat butir 841.3).
- Persyaratan butir (a) dan (b) di atas harus

- d) Underground valves shall be located in a covered durable curb box or standpipe which is designed to permit ready operation of the valve. The curb box or standpipe shall be supported independently of the service line.

**849.14** Location of service line connection to main piping. It is recommended that service lines be connected to either the top or the side of the main. The connection to the top of the main is preferred, in order to minimize the possibility of dust and moisture being carried from the main into the service line.

#### **849.15 Testing of service lines after construction**

**849.151 General provisions.** Each service line shall be tested after construction and before being placed in service to demonstrate that it does not leak. The service line connection to the main need not be included in this test if it is not feasible to do so.

#### **849.152 Test requirements**

- Service lines to operate at a pressure of less than 1 psig, which do not have a protective coating capable of temporarily sealing a leak, shall be given a standup air or gas pressure test at not less than 10 psig for at least 5 min.
- Service lines to operate at a pressure of less than 1 psig, which have a protective coating which might temporarily seal a leak, and all service lines to operate at a pressure of 1 psig or more, shall be given a standup air or gas pressure test for at least 5 min at the proposed maximum operating pressure or 90 psig, whichever is greater, except that service lines of steel stressed to 20% or more of the specified minimum yield strength shall be tested in accordance with the requirements for testing mains (see para. 841.3).
- The requirements of (a) and (b) above



berlaku untuk pipas servis plastik, kecuali itu pipa servis plastik tersebut harus dites sekurang-kurangnya 1,5 kali tekanan operasi maksimum, dan pembatasan pada tekanan tes maksimum, suhu, dan lamanya pengetesan seperti yang dinyatakan dalam butir 842.52 harus dipatuhi.

shall apply to plastic service lines, except that plastic service lines shall be tested to at least 1.5 times the maximum operating pressure, and the limitations on maximum test pressure, temperature, and duration set forth in para. 842.52 shall be observed.

## 849.2 Pipa servis baja

## 892.2 Steel service lines

### 849.21 Pendesainan pipa servis baja

### 849.21 Design of steel service lines

- a) Pipa baja, bila digunakan untuk pipa servis, harus memenuhi persyaratan pada Bab I yang berlaku.
- b) Pipa servis baja harus didesain sesuai dengan persyaratan butir 841.11 dan 841.121. Bila tekanan kurang dari 100 psig, pipa servis baja harus didesain untuk tekanan sekurang-kurangnya 100 psig.
- c) Pipa baja yang digunakan untuk pipa servis harus dipasang sedemikian rupa sehingga regangan perpipaian atau beban eksternal tidak berlebihan.
- d) Semua pipa servis baja bawah tanah harus disambung dengan cara sambung ulir dan kopel, fitting tipe kompresi, atau dengan prosedur, operator, serta metode pengelasan atau *brazing* yang berkualifikasi.

- a) Steel pipe, when used for service lines, shall conform to the applicable requirements of Chapter I.
- b) Steel service pipe shall be designed in accordance with the requirements of paras. 841.11 and 841.121. Where pressure is less than 100 psig, the steel service pipe shall be designed for at least 100 psig pressure.
- c) Steel pipe used for service lines shall be installed in such a manner that the piping strain or external loading shall not be excessive.
- d) All underground steel service lines shall be joined by threaded and coupled joints, compression type fittings, or by qualified welding or brazing methods, procedures and operators.

### 849.22 Pemasangan pipa servis baja

### 849.22 Installation of steel service lines

#### 849.221 Pemasangan pipa servis baja dalam lubang

#### 849.221 Installation of steel service lines in bores

- a) Bila pipa baja berpelapis akan dipasang sebagai pipa servis dalam lubang, pelaksanaannya harus hati-hati untuk mencegah kerusakan pada pelapis selama pemasangan.
- b) Bila pipa servis akan dipasang dengan cara pemboran atau pendorongan dan pipa baja yang berpelapis akan digunakan, maka pipa tersebut tidak boleh digunakan sebagai pipa pengeboran atau pipa pendorong dan dibiarkan dalam tanah sebagai bagian pipa servis kecuali jika telah didemonstrasikan bahwa pelapis mempunyai daya tahan yang cukup untuk menahan operasi pemboran atau pendorongan pada jenis tanah di lokasi.

- a) When coated steel pipe is to be installed as a service line in a bore, care shall be exercised to prevent damage to the coating during installation.
- b) When a service line is to be installed by boring or driving and coated steel pipe is to be used, it shall not be used as the bore pipe or drive pipe and left in the ground, is part of the service line unless it has been demonstrated that the coating is sufficiently durable to withstand the boring or driving operation in the type of soil involved without significant damage to the coating. Where significant damage to the coating may result from boring or driving, the coated service line should be installed



tersebut tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada pelapis. Bila terjadi kerusakan yang berarti pada pelapis akibat pemboran atau pendorongan, saluran servis yang berpelapis hendaknya dipasang dalam suatu pipa *casing* atau pipa bore yang berukuran lebih besar yang diameternya cukup untuk memuat pipa servis.

- c) Pada tanah berkarang, pipa berpelapis harus tidak disisipkan melalui suatu lubang terbuka jika menimbulkan kemungkinan kerusakan yang berarti pada pelapis.

#### **849.222 Pemasangan pipa servis ke dalam atau di bawah bangunan**

- a) Pipa servis baja bawah tanah, bila dipasang di bawah *grade* menembus dinding fondasi sebelah luar bangunan, harus diselubungi dengan sleeve atau sebaliknya dilindungi terhadap korosi. Pipa servis atau *sleeve*, atau keduanya, harus disil pada dinding fondasi untuk mencegah masuknya gas atau air ke dalam bangunan.
- b) Pipa servis baja, bila dipasang di bawah tanah yang di atasnya ada bangunan, harus diselubungi dalam suatu pipa kedap gas. Bila saluran servis termaksud mensuplai gas ke gedung yang berhadapan atau gedung lainnya, maka Pipa harus diperpanjang ke dalam bagian bangunan yang biasa digunakan dan mudah dicapai. Pada tempat di mana pipa berakhir, ruang antara pipa tersebut dan pipa servis harus disil untuk mencegah kemungkinan masuknya bocoran gas. Casing harus di-vent pada lokasi yang aman.

#### **849.3 Jalur service besi duktil / liat**

**849.31 Penggunaan dari jalur service besi duktil.** Jika digunakan untuk jalur service, pipa besi duktil harus mengikuti keperluan yang aplikabel dari para.842. Pipa besi duktil dapat digunakan untuk jalur service kecuali untuk bagian dari jalur service yang keluar dari dinding bangunan. Jalur service besi duktil tidak boleh di pasang pada tanah yang tidak stabil atau di bawah bangunan.

in an oversized bore or casing pipe of sufficient diameter to accommodate the service pipe.

- c) In exceptionally rocky soil, coated pipe shall not be inserted through an open bore if significant damage to the coating is likely.

#### **849.222 Installation of service lines into or under buildings**

- a) Underground steel service lines, when installed below grade through the outer foundation wall of a building, shall be either encased in a sleeve or otherwise protected against corrosion. The service line or sleeve, or both, shall be sealed at the foundation wall to prevent entry of gas or water into the building.
- b) Steel service lines, where installed underground under buildings, shall be encased in a gas tight conduit. When such a service line supplies the building it subtends, the conduit shall extend into a normally usable and accessible portion of the building. At the point where the conduit terminates, the space between the conduit and the service line shall be sealed to prevent the possible entrance of any gas leakage. The casing shall be vented at a safe location.

#### **849.3 Ductile iron service lines**

**849.31 Use of Ductile Iron Service Lines.** When used for service lines, ductile iron pipe shall meet the applicable requirements of para. 842. Ductile iron pipe may be used for service lines except for the portion of the service line that extends through the building wall. Ductile iron service lines shall not be installed in unstable soils or under buildings.



**849.4 Pipa servis plastik****849.41 Desain pipa servis plastik.**

- a) Pipa dan tubing plastik digunakan hanya untuk pipa servis bila regangan perpipaan atau beban eksternal tidak akan berlebih.
- b) Pipa, tubing, semen dan fitting plastik yang digunakan untuk saluran servis harus memenuhi persyaratan Bab I yang berlaku.
- c) Pipa servis plastik harus didesain sesuai dengan persyaratan butir 842.3 yang berlaku.
- d) Pipa servis plastik harus disambung sesuai dengan persyaratan butir 842.39 yang berlaku.

**849.42 Pemasangan pipa servis plastik**

- a) Pipa Servis Plastik harus dipasang sesuai dengan persyaratan 842.4 dan 849.11 yang berlaku. Perhatian khusus harus diberikan untuk kerusakan perpipaan pipa servis plastik pada koneksi ke pipa induk atau fasilitas lain. Tindakan awal harus dilakukan untuk mencegah pecahnya atau terpotongnya perpipaan plastik akibat beban eksternal atau penurunan urukan dan untuk mencegah kerusakan atau tarikan dari koneksi akibat pemuaian atau penyusutan termal (lihat butir 842.431 dan 842.432).
- b) Meskipun pembatasan telah ditentukan dalam butir 842.43, pipa servis plastik boleh berakhir di atas tanah dan diluar gedung, asalkan :
  - 1) porsi pipa servis plastik di atas tanah seluruhnya tertutup dalam suatu *conduit* atau *casing* yang kekuatannya cukup untuk melindungi dari kerusakan eksternal dan deteriorasi. Jika conduit fleksibel yang digunakan, puncak riser harus dipautkan ke penyangga-padat *Conduit* atas *casing* harus memanjang hingga minimum 6 inci di bawah *grade*.
  - 2) pipa servis plastik tidak dikenan tegangan akibat beban eksternal meter palanggan atau perpipaan.

**849.4 Plastic service lines****849.41 Design of plastic service lines**

- a) Plastic pipe and tubing shall be used for service lines only where the piping strain or external loading will not be excessive.
- b) Plastic pipe, tubing, cements, and fittings used for service lines shall conform to the applicable requirements of Chapter I.
- c) Plastic service lines shall be designed in accordance with the applicable requirements of para. 842.3.
- d) Plastic service lines shall be joined in accordance with the applicable requirements of para. 842.39.

**849.42 Installation of plastic service lines**

- a) Plastic service lines shall be installed in accordance with the applicable requirements of paras. 842.4 and 849.11. Particular care must be exercised to prevent damage to plastic service line piping at the connection to the main or other facility. Precautions shall be taken to prevent crushing or shearing of plastic piping due to external loading or settling of backfill and to prevent damage or pull out from the connection resulting from the thermal expansion or contraction. (See paras. 842.431 and 842.432.)
- b) Notwithstanding the limitations imposed in para. 842.43, a plastic service line may terminate above ground and outside the building, provided that:
  - 1) the above ground portion of the plastic service line is completely enclosed in a conduit or casing of sufficient strength to provide protection from external damage and deterioration. Where a flexible conduit is used, the top of the riser must be attached to a solid support. The conduit or casing shall extend a minimum of 6 in. below grade.
  - 2) the plastic service line is not subjected to external loading stresses by the customer's meter or its connecting piping.



**849.421 Pemasangan Pipa Servis Plastik Ke Dalam Atau Di bawah Bangunan.**

- a) Pipa servis plastik bawah tanah yang dipasang hingga ke bagian luar fondasi atau dinding bangunan harus diselubungi dalam selongsong yang kokoh dengan perlindungan yang memadai terhadap gaya geseran atau penurunan urukan. Selongsong harus diperpanjang melewati permukaan luar fondasi dengan suatu jarak yang cukup agar mencapai tanah yang tidak terganggu atau melewati urukan yang dipadatkan. Di tempat (titik) sleeve berakhir di bagian dalam fondasi atau dinding, ruang antara sleeve dan pipa servis harus diisi untuk mencegah bocoran memasuki bangunan. Pipa servis plastik harus tidak diekspos di bagian dalam bangunan.
- b) Pipa servis plastik, bila dipasang di bawah tanah yang di atasnya ada bangunan, harus diselubungi dalam *conduit* kedap gas. Bila pipa servis termasuk mensuplai gas ke bangunan yang berhadapan atau gedung lainnya maka *conduit* harus diperpanjang ke bagian dalam gedung yang biasa digunakan dan mudah dicapai. Pada tempat di mana *conduit* berakhir ruang antara *conduit* dan pipa servis diisi untuk mencegah bocoran memasuki bangunan. Pipa servis plastik harus diekspos di bagian dalam bangunan. *Casing* harus di-*vent* pada lokasi.

**849.5 Pipa servis tembaga****849.51 Pendesainan pipa servis tembaga**

**849.511** Pipa atau tubing tembaga, bila digunakan untuk pipa servis, harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a) Pipa atau tubing tembaga harus tidak digunakan untuk pipa servis bila tekanan melebihi 100 psig.
- b) Pipa atau tubing tembaga harus tidak digunakan untuk pipa servis bila gas yang dibawa mengandung rata-rata lebih dari 0,3 grains hidrogen sulfida per 100 kaki kubik gas standar. Nilai ini diekuivalen dengan patokan trance seperti yang ditemukan oleh tes asetat timbel (lihat butir 863.4)
- c) Tebal dinding minimum pipa atau tubing

**849.421 Installation of Plastic Service Lines Into or Under Buildings**

- a) An underground plastic service line installed through the outer foundation or wall of a building shall be encased in a rigid sleeve with suitable protection from shearing action or backfill settlement. The sleeve shall extend past the outside face of the foundation a sufficient distance to reach undisturbed soil or thoroughly compacted backfill. At the point where the sleeve terminates inside the foundation or wall, the space between the sleeve and the service line shall be sealed to prevent leakage into the building. The plastic service line shall not be exposed inside the building.
- b) A plastic service line installed underground under a building shall be encased in a gas tight conduit. When such a service line supplies the building it subtends, the conduit shall extend into a normally usable and accessible portion of the building. At the point where the conduit terminates, the space between the conduit and the service line shall be sealed to prevent leakage into the building. The plastic service line shall not be exposed inside the building. The casing shall be vented at a safe location.

**849.5 Copper service lines****849.51 Design of copper service lines**

**849.511** Copper pipe or tubing, when used for service lines, shall conform to the following requirements.

- a) Copper pipe or tubing shall not be used for service lines where the pressure exceeds 100 psig.
- b) Copper pipe or tubing shall not be used for service lines where the gas carried contains more than average of 0.3 grains of hydrogen sulfide per 100 standard cu ft of gas. This is equivalent to a trace as determined by the lead-acetate test (see para. 863.4).
- c) The minimum wall thickness for copper



tembaga yang digunakan untuk pipa servis, harus tidak lebih kecil dari tipe "L" seperti yang dispesifikasikan dalam ASTM B 88.

pipe or tubing used for service lines, shall be not less than type "L," as specified in ASTM B 88.

- d) Pipa atau tubing tembaga tidak boleh digunakan untuk pipa servis bila regangan atau beban eksternal dapat merusak perpipaan.

- d) Copper pipe or tubing shall not be used for service lines where strain or external loading may damage the piping.

#### **849.512 Katup pada perpipaan tembaga.**

Katub yang dipasang dalam pipa servis tembaga dapat dibuat dari material yang sesuai yang diizinkan dalam standar ini.

#### **849.512 Valves in copper piping.**

Valves installed in copper service lines may be made of any suitable material permitted by this Code.

#### **849.513 Fiting pada perpipaan tembaga.**

Direkomendasikan bahwa fitting pada perpipaan tembaga dan yang diekspos ke permukaan tanah, seperti Te pipa servis, fitting control tekanan, dan sebagainya, dibuat dari perunggu, tembaga, atau kuningan.

#### **849.513 Fittings in copper piping.**

It is recommended that fittings in copper piping and exposed to the soil, such as service line tees, pressure control fittings, etc., be made of bronze, copper, or brass.

#### **849.514 Sambungan pada pipa dan tubing tembaga.**

Pipa tembaga harus disambung dengan menggunakan kopling tipe kompresi atau sambungan tumpang yang disolder atau di-braze. Material penggisi yang digunakan untuk brazing harus dari paduan tembaga fosfor atau paduan dasar perak. Lasan butt tidak diperkenankan untuk menyambung pipa atau tubing tembaga. Tubing tembaga tidak boleh diulir tetapi pipa tembaga yang tebal dindingnya ekuivalen dengan ukuran pipa baja Skedul 40 yang sepadan boleh diulir dan digunakan untuk menyambung fitting atau katup bersekrup.

#### **849.514 Joints in copper pipe and tubing.**

Copper pipe shall be joined by using either a compression type coupling or a brazed or soldered lap joint. The filler material used for brazing shall be a copper-phosphorous alloy or silver base alloy. Butt welds are not permissible for joining copper pipe or tubing. Copper tubing shall not be threaded but copper pipe with wall thickness equivalent to the comparable size of Schedule 40 steel pipe may be threaded and used for connecting screw fittings or valves.

#### **849.515 Perlindungan terhadap aksi galvanik yang disebabkan oleh tembaga.**

Ketentuan harus dibuat untuk mencegah aksi galvanik yang berbahaya bila tembaga dihubungkan dengan baja di bawah tanah [lihat 862.114(a)].

#### **849.515 Protection against galvanic action caused by copper.**

Provisions shall be made to prevent harmful galvanic action where copper is connected underground to steel [see para. 862.114(a)].

#### **849.52 Pemasangan pipa servis tembaga.**

Persyaratan berikut harus diterapkan untuk pipa servis tembaga dalam bangunan.

- a) Pipa servis tembaga boleh dipasang di dalam bangunan, asalkan pipa servis tidak tersembunyi dan dilingi secara memadai terhadap kerusakan eksternal.

#### **849.52 Installation of copper service lines.**

The following requirements shall apply to copper service lines within buildings.

- a) Copper service lines may be installed within buildings, provided that the service line is not connected and is suitably protected against external damage.



- b) Pipa servis tembaga bawah tanah yang dipasang hingga dinding luar fondasi bangunan, harus diselubungi dengan selongsong, atau dilindungi terhadap korosi. Ruang *annular* antara pipa servis dan selongsong disil pada dinding fondasi untuk mencegah masuknya gas atau air.
- c) Sambungan servis tembaga yang dipasang di bawah tanah dan di atasnya terdapat bangunan harus diselubungi dalam suatu conduit yang didesain untuk mencegah bocoran gas dari pipa servis memasuki bangunan. Bila sambungan digunakan, sambungan tersebut harus di-*brazed* atau disolder sesuai butir 849.514

- b) An underground copper service line installed through the outer foundation wall of a building shall be either encased in a sleeve, or otherwise protected against corrosion. The annular space between the service line and sleeve shall be sealed at the foundation wall to prevent entry of gas or water.
- c) A copper service line installed underground under buildings shall be encased in a conduit designed to prevent gas leaking from the service line from getting into the building. When joints are used, they shall be of brazed or soldered type in accordance with para. 849.514.

#### 849.6 Koneksi pipa servis ke pipa induk baja

##### 849.61 Koneksi pipa servis ke pipa pinduk baja.

Pipa servis dapat dihubungkan ke pipa induk baja dengan :

- a) mengelas Tee pipa servis atau alat yang sejenis ke pipa induk;
- b) menggunakan klem atau sadel saluran servis
- c) fitting kompresi yang menggunakan gasket karet atau gasket seperti karet atau koneksi berlas dapat digunakan untuk menghubungkan pipa servis ke fitting koneksi pipa induk. Gasket yang digunakan dalam sistem gas dimanufaktur harus dari tipe yang dapat menahan jenis gas itu secara efektif.
- d) mengelas pipa servis baja langsung ke pipa induk (lihat butir 831.42 Tabel 831.42).

#### 849.6 Service line connections to mains

##### 849.61 Service line connections to steel mains.

Service lines may be connected to steel mains by:

- a) welding a service line tee or similar device to the main;
- b) using a service line clamp or saddle;
- c) using compression fittings with rubber or rubber-like gaskets or welded connections may be used to connect the service line to the main connection fitting. Gaskets used in a manufactured gas system shall be of a type that effectively resist that type of gas.
- d) welding a steel service line directly to the main (see para. 831.42 and Table 831.42).



**849.62 Koneksi pipa servis ke pipa induk besi cor dan besi duktal**

- a) Pipa servis boleh dihubungkan ke pipa induk Besi Cor dan besi duktal dengan :
  - 1) membor dan mentap pipa induk asalkan diameter lubang tap tidak boleh melebihi pembatasan yang ditentukan butir 831.33 (b) atau
  - 2) menggunakan selongsong penguat
- b) Koneksi pipa servis tidak boleh di braze secara langsung pada besi cor atau pada pipa induk besi duktal.

**849.621** Fiting kompresi yang menggunakan gasket karet atau gasket seperti karet atau koneksi berlas boleh digunakan untuk menghubungkan pipa servis ke fitting koneksi pipa induk. Gasket yang digunakan dalam manufaktur gas sebagai suatu sistem harus dari tipe yang dapat menahan jenis gas itu secara efektif.

**849.63 Pengkoneksian pipa servis ke pipa induk plastik**

- a) Pengkoneksian pipa servis logam ke pipa induk plastik harus dilakukan dengan fitting yang cocok.
- b) Pipa servis tipe kompresi pada koneksi pipa induk harus didesain dan dipasang untuk dapat menahan secara efektif gaya tarikan longitudinal yang disebabkan oleh penyusutan perpipaan atau beban eksternal.

**849.64 Pengkoneksian pipa servis ke pipa induk tembaga**

- a) Koneksi yang menggunakan Tee pipa servis tembaga atau perunggu cor atau fitting ekstensi *sweat-brazed* ke pipa induk tembaga direkomendasikan untuk pipa induk tembaga.
- b) Lasan but tidak dizinkan.
- c) Sambungan filet yang di-braze tidak direkomendasi.
- d) Persyaratan butir 849.514 harus digunakan untuk:
  - 1) sambungan yang tidak dinyatakan secara spesifik di atas;
  - 2) semua material brazing

**849.62 Service line connection to cast iron and ductile from mains**

- a) Service lines may be connected to cast iron and ductile iron mains by;
  - 1) drilling and tapping the main, provided the diameter of the tapped hole shall not exceed the limitations imposed by para. 831.33(b); or
  - 2) using a reinforcing sleeve.
- b) Service line connections shall not be brazed directly to cast iron or ductile iron mains.

**849.621** Compression fitting using rubber or rubber-like gaskets or welded connections may be used to connect the service line to the main connection fitting. Gaskets used in a manufactures as system shall be of a type that effectively resists that type of gas.

**849.63 Service line connections to plastic mains**

- a) Plastic or metal service line connections to plastic mains shall be accomplished with suitable fittings.
- b) A compression type service line to main connection shall be designed and installed to effectively sustain the longitudinal pullout forces caused by connection of the piping or external loading.

**849.64 Service line connections to copper mains**

- a) Connections using a copper or cast bronze service line tee or extension fitting sweat-brazed to the copper main are recommended for copper mains.
- b) Butt welds are not permitted.
- c) Fillet-brazed joints are not recommended.
- d) The requirements of para. 849.514 shall apply to:
  - 1) joints not specifically mentioned above;
  - 2) all brazing material.



**849.65 Koneksi pipa servis plastik ke pipa induk logam**

- a) Koneksi pipa servis plastik ke pipa induk logam dengan fitting pipa induk plastik atau logam yang sesuai seperti ditentukan dalam butir 849.61, 849.62 atau 849.64 dengan suatu ujung kompresi atau fitting transmisi yang sesuai lainnya.
- b) Pipa servis tipe kompresi ke koneksi pipa induk harus didesain dan dipasang untuk dapat menahan secara efektif gaya tarikan longitudinal yang disebabkan oleh penyusutan perpipaan atau beban eksternal.

**849.65 Plastic service line connection to metal mains**

- a) Plastic service line connections to metal mains with a suitable metallic or plastic main fitting as provided in para. 849.61, 849.62, or 849.64 having a compression end or other suitable transition fitting.
- b) A compression type service line to main connection shall be designed and installed to effectively sustain the longitudinal pullout forces caused by contraction of the piping or external loading.





## Bab V. Prosedur pengoperasian dan pemeliharaan

### 850 Prosedur pengoperasian dan pemeliharaan yang mempengaruhi keselamatan fasilitas transmisi dan distribusi gas

#### 850.1 Umum

- a) Karena banyaknya variabel, maka tidak mungkin menentukan suatu standar prosedur pengoperasian dan pemeliharaan yang rinci mencakup semua permasalahan. Karena itu bukan suatu hal yang tidak mungkin, apabila setiap perusahaan pengelola mengembangkan prosedur pengoperasian dan pemeliharaan yang didasarkan atas ketentuan Standar ini, pengalamannya, dan pengetahuannya tentang fasilitas yang dimiliki dan kondisi pengoperasiannya yang akan mencukupi dari segi keselamatan publik. Untuk prosedur pengoperasian dan pemeliharaan yang berhubungan dengan pengendalian korosi lihat Bab VI.
- b) Pada saat memulai servis gas dalam suatu pipa penyalur yang didesain dan dikonstruksi atau diubah untuk servis gas sesuai dengan Standar ini, perusahaan pengelola harus menentukan Kelas Lokasi operasi pipa penyalur tersebut sesuai dengan Tabel 854. 1 (c).

## Chapter V. Operating and maintenance procedures

### 850 Operating and maintenance procedures affecting the safety of gas transmission and distribution facilities

#### 850.1 General

- a) Because of many variables, it is not possible to prescribe in a code a detailed set of operating and maintenance procedures that will encompass all cases. It is possible, however, for each operating company to develop operating and maintenance procedures based on the provisions of this Code, its experience, and its knowledge of its facilities and conditions under which they are operated that which will be adequate from the standpoint of public safety. For operating and maintenance procedures relating to corrosion control, see Chapter VI.
- b) Upon initiating gas service in a pipeline designed and constructed or converted to gas service in accordance with this Code, the operating company shall determine the Location Class in accordance with Table 854.1(c).



**850.2 Persyaratan dasar**

Setiap perusahaan pengelola yang memiliki fasilitas transmisi dan distribusi gas di dalam lingkup Standar ini harus :

- a) mempunyai rencana tertulis yang mencakup prosedur pengoperasian dan pemeliharaan sesuai dengan ruang lingkup dan maksud dari Standar ini;
- b) mempunyai rencana keadaan darurat tertulis yang mencakup kegagalan fasilitas atau keadaan darurat lainnya;
- c) mengoperasikan dan memelihara fasilitas nya sesuai dengan rencana ini;
- d) memodifikasi rencana ini secara periodik sebagaimana pengalaman yang didapat dan sebagaimana pengaruh publik terhadap fasilitas serta perubahan dalam kondisi operasi yang diperlukan;
- e) melaksanakan pelatihan untuk para pekerja mengenai prosedur yang telah ditetapkan yang menyangkut tugasnya dalam pengoperasian dan pemeliharaan. Pelatihan tersebut harus komprehensif dan didesain untuk mempersiapkan para pekerja untuk tugas yang menjadi tanggung jawab mereka;
- f) membuat dan menyimpan rekod untuk mengatur dan mengawasi pelaksanaan rencana dan pelatihan tersebut dengan baik.

**850.3 Fitur esensial rancangan pengoperasian dan pemeliharaan**

Rencana yang ditentukan dalam butir 850.2(a) harus mencakup:

- a) rencana dan instruksi yang rinci untuk para pekerja meliputi prosedur pengoperasian dan pemeliharaan fasilitas gas selama operasi dan reparasi normal;
- b) hal-hal yang direkomendasikan untuk dimasukkan dalam rencana untuk kelas fasilitas tertentu dinyatakan dalam butir 851.2, 851.3, 851.4, 851.5, 851.6, dan 861(d).
- c) rencana yang memberikan perhatian tertentu pada bagian-bagian fasilitas yang menimbulkan bahaya paling besar bagi publik dalam keadaan darurat atau karena persyaratan konstruksi atau pemeliharaan luar biasa;
- d) ketentuan untuk inspeksi berkala sepanjang rute pipa induk atau pipa

**850.2 Basic requirements**

Each operating company having gas transmission or distribution facilities within the scope of this Code shall:

- a) have a written plan covering operating and maintenance procedures in accordance with the scope and intent of this Code;
- b) have a written emergency plan covering facility failure or other emergencies;
- c) operate and maintain its facilities in conformance with these plans;
- d) modify the plans periodically as experience dictates and as exposure of the public to the facilities and changes in operating conditions require;
- e) provide training for employees in procedures established for their operating and maintenance functions. The training shall be comprehensive and shall be designed to prepare employees for service in their area of responsibility.
- f) keep records to administer the plans and training properly.

**850.3 Essential features of the operating and maintenance plan**

The plan prescribed in para. 850.2(a) shall include:

- a) detailed plans and instructions for employees covering operating and maintenance procedures for gas facilities during normal operations and repairs;
- b) items recommended for inclusion in the plan for specific classes of facilities that are given in paras. 851.2, 851.3, 851.4, 851.5, 851.6, and 861(d);
- c) plans to give particular attention to those portions of the facilities presenting the greatest hazard to the public in the event of an emergency or because of construction or extraordinary maintenance requirements;
- d) provisions for periodic inspections along the route of existing steel pipelines or



penyalur baja yang telah ada, yang beroperasi pada suatu tegangan melingkar melebihi 40% kuat luluh minimum spesifikasi material pipa untuk mempertimbangkan kemungkinan adanya perubahan Kelas Lokasi. Dalam hal ini tidak dimaksudkan bahwa inspeksi-inspeksi ini menyertakan jumlah bangunan yang diperuntukkan bagi hunian manusia (Lihat butir 854).

mains, operating at a hoop stress in excess of 40% of the specified minimum yield strength of the pipe material to consider the possibility of Location Class changes. It is not intended that these inspections include surveys of the number of buildings intended for human occupancy (see para. 854).

#### **850.4 Fitur esensial rancangan keadaan darurat**

#### **850.4 Essential features of the emergency plan**

##### **850.41 Prosedur tertulis keadaan darurat**

##### **850.41 Written emergency procedures**

**850.411** Setiap perusahaan pengelola harus menetapkan prosedur tertulis yang akan memberikan dasar instruksi kepada personil bagian operasi dan pemeliharaan yang akan meminimumkan bahaya yang disebabkan oleh keadaan darurat pipa penyalur gas. Sekurang-kurangnya, prosedur tersebut harus memberikan hal-hal sebagai berikut:

**850.411** Each operating company shall establish written procedures which will provide the basis for instructions to appropriate operating and maintenance personnel which will minimize the hazard resulting from a gas pipeline emergency. At a minimum, the procedures shall provide for the following:

- a) suatu sistem untuk menghadapi, mengidentifikasi, dan mengklasifikasi keadaan darurat yang memerlukan tanggapan segera dari perusahaan pengelola;
- b) menyatakan dengan jelas tanggungjawab untuk menginstruksikan pekerja dalam prosedur yang tercantum pada rencana menanggulangi keadaan darurat serta untuk melatih pekerja dalam melaksanakan prosedur tersebut;
- c) menyatakan dengan jelas personil yang bertanggung jawab untuk memutakhirkan rencana tersebut;

- a) a system for receiving, identifying, and classifying emergencies that require immediate response by the operating company;
- b) indicating clearly the responsibility for instructing employees in the procedures listed in the emergency plans and for training employees in the execution of those procedures;
- c) indicating clearly those responsible for updating the plan;



- d) menetapkan suatu rencana untuk menjamin penanganan yang segera dan mencukupi pada semua panggilan atau permintaan yang berkenaan dengan keadaan darurat baik yang berasal dari pelanggan, masyarakat umum, karyawan perusahaan, ataupun sumber-sumber lainnya;
- e) menetapkan suatu rencana untuk menjamin tanggapan yang segera dan efektif terhadap peringatan setiap macam keadaan darurat;
- f) mengendalikan situasi keadaan darurat, termasuk tindakan yang akan diambil oleh karyawan yang pertama tiba di tempat kejadian;
- g) penyebaran informasi kepada masyarakat umum.
- h) pemulihan secara aman fungsi seluruh fasilitas yang mengalami gangguan akibat keadaan darurat setelah melakukan langkah-langkah korektif yang diperlukan;
- i) melaporkan dan mendokumentasikan keadaan darurat;

**850.42 Program pelatihan.** Setiap perusahaan pengelola harus mempunyai program untuk menginformasikan, menginstruksikan, dan melatih para karyawan yang bertanggung jawab untuk melaksanakan prosedur keadaan darurat. Program itu harus memberikan pemahaman kepada para karyawan mengenai prosedur keadaan darurat, serta bagaimana menangani situasi keadaan darurat secara cepat dan efektif. Program tersebut boleh dilaksanakan dengan instruksi lisan, instruksi tertulis, dan, dalam beberapa hal, instruksi kelompok yang disusul dengan latihan praktek. Program tersebut harus dibuat dan dipertahankan secara berkesinambungan dengan ketentuan untuk dimutakhirkan sebagaimana diharuskan oleh revisi prosedur darurat tertulis tersebut. Rekod program harus disimpan untuk mengetahui pelatihan apa saja yang telah diperoleh setiap pekerja serta tanggal pelatihannya.

#### **850.43 Penghubung.**

(a) Setiap perusahaan pengelola harus mengadakan dan memelihara hubungan dengan instansi pemadam kebakaran, polisi, dan pejabat pemerintah lainnya serta media

- d) establishing a plan for prompt and adequate handling of all calls that concern emergencies whether they are from customers, the public, company employees, or other sources;
- e) establishing a plan for the prompt and effective response to a notice of each type of emergency;
- f) controlling emergency situations, including the action to be taken by the first employee arriving at the scene;
- g) the dissemination of information to the public;
- h) the safe restoration of service to all facilities affected by the emergency after proper corrective measures have been taken;
- i) reporting and documenting the emergency.

**850.42 Training program.** Each operating company shall have a program for informing, instructing, and training employees responsible for executing emergency procedures. The program shall acquaint the employee with the emergency procedures and how to promptly and effectively handle emergency situations. The program may be implemented by oral instruction, written instruction, and, in some instances, group instruction, followed by practice sessions. The program shall be established and maintained on a continuing basis with provision for updating as necessitated by revision of the written emergency procedures. Program records shall be maintained to establish what training each employee has received and the date of such training.

#### **850.43 Liaison.**

(a) Each operating company shall establish and maintain liaison with appropriate fire, police, and other public officials and public communications media.



komunikasi.

(b) Setiap perusahaan pengelola harus memiliki alat komunikasi dengan pejabat pemerintah yang berkepentingan selama keadaan darurat.

(c) Prosedur keadaan darurat, termasuk didalamnya rencana dukungan yang diatur dalam para. B855.1(e) harus dipersiapkan dan dikoordinasikan dengan pejabat pemerintah.

**850.44 Program pendidikan.** Suatu program pendidikan harus disusun guna memungkinkan pelanggan dan masyarakat umum untuk mengetahui keadaan darurat akibat gas dan melaporkan kepada petugas yang berkepentingan. Program pendidikan yang dimaksud paragraf ini hendaknya disesuaikan dengan jenis operasi pipa penyalur dan lingkungan yang dilintasinya dan hendaknya dilaksanakan dalam bahasa yang digunakan di daerah tersebut. Operator sistem distribusi hendaknya menyampaikan programnya kepada pelanggan dan masyarakat umum di daerah pendistribusiannya. Operator sistem transmisi hendaknya menyampaikan programnya kepada penduduk sepanjang jalur hak lintas pipa penyalurnya. Program operator di daerah yang sama hendaknya dikoordinasikan untuk melaporkan langsung keadaan darurat dengan baik dan menghindarkan terjadinya kesimpang-siuran.

#### **850.5 Investigasi kegagalan pipa penyalur**

Setiap perusahaan pengelola harus menetapkan prosedur untuk menganalisa semua kegagalan dan kecelakaan agar dapat memastikan penyebabnya serta meminimumkan kemungkinan terulangnya kejadian yang sama. Rencana ini harus mencakup prosedur untuk seleksi sampel fasilitas atau peralatan yang rusak untuk pemeriksaan laboratorium bila diperlukan.

#### **850.6 Pencegahan penyalan yang tidak disengaja**

Merokok dan semua nyala api terbuka harus dilarang di dalam dan di sekeliling bangunan yang berada di bawah pengawasan perusahaan pengelola yang memiliki fasilitas

(b) Each operating company must have a means of communication with appropriate public officials during an emergency.

(c) Emergency procedures, including the contingency plan under para. B855.1(e) must be prepared in coordination with public officials.

**850.44 Educational program.** An educational program shall be established to enable customers and the general public to recognize a gas emergency and report it to the appropriate officials. The educational program shall be tailored to the type of pipeline operation and the environment traversed by the pipeline and should be conducted in each language that is significant in the community served. Operators of distribution systems shall communicate their programs to consumers and the general public in their distribution area. Operators of transmission systems shall communicate their programs to residents along their pipeline rights-of-way. The programs of operators in the same area shall be coordinated to properly direct reports of emergencies and to avoid inconsistencies.

#### **850.5 Pipeline failure investigation**

Each operating company shall establish procedures to analyze all failures and accidents for determining the cause and to minimize the possibility of a recurrence. This plan shall include a procedure to select samples of the failed facility or equipment for laboratory examination when necessary.

#### **850.6 Prevention of accidental ignition**

Smoking and all open flames shall be prohibited in and around structures, or areas under the control of the operating company containing gas facilities (such as compressor



gas (seperti stasiun kompresor, stasiun pengukur dan regulator serta peralatan pengelolaan gas lainnya) di mana kemungkinan kebocoran gas dapat menimbulkan bahaya kebakaran atau ledakan. Setiap perusahaan pengelola harus mengambil langkah guna meminimumkan bahaya akibat menyalanya gas tanpa disengaja.

- a) Bila sejumlah gas berbahaya akan dilepas ke udara bebas, setiap sumber penyalaan potensial harus disingkirkan dari daerah tersebut dan harus disediakan alat pemadam kebakaran yang memadai. Semua lampu senter, tiang lampu penerangan, kabel ekstensi, dan perkakas harus dari suatu tipe yang disetujui untuk atmosfer berbahaya. Koneksi *blowdown* yang akan mengarahkan gas tersebut menjauhi kabel transmisi listrik harus dipasang atau digunakan.
- b) Tanda-tanda yang sesuai, dan petugas bendera atau penjaga, bila perlu, harus ditempatkan untuk memperingatkan pihak-pihak lain mendekati atau memasuki daerah berbahaya.
- c) Untuk mencegah percikan api tanpa sengaja karena busur-listrik, maka kabel pengikat yang memadai sebaiknya dihubungkan pada tiap sisi pipa yang akan dipotong, di-tap, atau disambung, dan setiap *rectifier* proteksi katodik yang ada di daerah tersebut harus dimatikan. Bila pipa plastik sedang dipotong, di-tap atau disambung, harus diperhatikan pula muatan listrik statis yang dapat muncul pada diameter dalam dan diameter luar pipa. Muatan listrik statis ini dapat dihilangkan dengan menggunakan cairan antistatis atau air dan larutan detergen, dikombinasikan dengan material *moisture retaining*, yang harus kontak dengan pipa yang terekspos dan permukaan tanah. Alat pemotong, alat penjepit dan alat *tapping* yang digunakan pada pipa plastik, dimana muatan listrik statis dapat timbul, harus di-*grounded* untuk menghilangkan muatan listrik statis ini dari pipa.
- d) Jika pemotongan dengan torch atau pengelasan akan dilaksanakan, pemeriksaan yang seksama harus dilakukan untuk mengetahui keberadaan campuran gas mudah-terbakar di daerah

stations, meter and regulator stations, and other gas handling equipment) where possible leakage of gas constitutes a hazard of fire or explosion. Each operating company shall take steps to minimize the danger of accidental ignition of gas.

- a) When a hazardous amount of gas is to be vented into open air, each potential source of ignition shall first be removed from the area and adequate fire extinguishers shall be provided. All flashlights, lighting fixtures, extension cords, and tools shall be of a type approved for hazardous atmospheres. Blowdown connections that will direct the gas away from any electrical transmission lines must be installed or used.
- b) Suitable signs and flagmen or guards, if necessary, shall be posted to warn others approaching or entering the area of the hazard.
- c) To prevent accidental ignition by electric arcing, an adequate bonding cable should be connected to each side of any pipe that is to be parted, tapped, squeezed-off, or joined, and any cathodic protection rectifiers in the area shall be turned off. When plastic pipe is being parted, tapped, or joined, attention must be given to the static electrical charges that may be present on both the inside and outside diameters of the pipe. These charges can be dissipated by using antistatic fluid or a water and detergent solution in combination with a moisture retaining material that must be in contact with the exposed pipe and the earth. Cutting tools and squeeze-off and tapping equipment used on plastic pipe where static charges may be present shall be grounded to drain these charges from the pipe.
- d) When cutting by torch or welding is to be performed, a thorough check shall first be made for the presence of a combustible gas mixture in the area outside of the pipeline. If found, the mixture shall be



bagian luar pipa penyalur. Bila ditemukan, campuran gas tersebut harus dihilangkan sebelum memulai pengelasan atau pemotongan. Pemantauan campuran udara hendaknya dilaksanakan terus menerus selama pekerjaan berlangsung.

- e) Jika pengelasan akan dilakukan pada pipa penyalur yang berisi gas dan pemeriksaan keselamatan menurut butir (d) di atas telah dilaksanakan dengan memuaskan, maka tekanan gas harus dikendalikan dengan alat yang sesuai untuk menjaga adanya sedikit tekanan positif di dalam pipa penyalur tersebut sebelum memulai pekerjaan. Tindakan hati-hati hendaknya diambil untuk mencegah terjadinya *backdraft* di area pengelasan.
- f) Sebelum memotong dengan torch atau mengelas pada suatu pipa yang mungkin mengandung suatu campuran gas dan udara, maka pemotongan tersebut harus dibuat aman dengan cara menggantikan campuran tersebut dengan gas, udara, atau gas inert. Bila menggunakan gas *inert*, harus disediakan ventilasi yang cukup untuk seluruh pekerja dalam area tersebut.

#### 850.7 Efek ledakan

Setiap perusahaan pengelola harus menetapkan prosedur untuk melindungi fasilitas di dekat aktivitas peledakan. Perusahaan pengelola harus :

- a) melokasikan dan menandai pipa penyalurnya jika bahan peledak akan disulut di dalam jarak seperti yang dispesifikasikan dalam rencana perusahaan. Pertimbangan hendaknya diberikan pada penandaan jarak ledak minimum dari pipa penyalur yang tergantung pada jenis operasi peledakan.
- b) menentukan keharusan dan tingkat pengamatan atau pemantauan aktivitas peledakan yang didasarkan pada jauh dekatnya peledakan tersebut terhadap pipa penyalur, ukuran muatan bahan peledak, dan kondisi tanah.
- c) mengadakan survei kebocoran segera setelah peledakan diadakan dekat pipa penyalur.

eliminated before starting welding or cutting. Monitoring of the air mixture should continue throughout the progress of the work.

- e) Should welding be anticipated on a pipeline filled with gas and the safety check under (d) above has been completed satisfactorily, the gas pressure must be controlled by a suitable means to keep a slight positive pressure in the pipeline at the welding area before starting work. Precautions should be taken to prevent a backdraft from occurring at the welding area.
- f) Before cutting by torch or welding on a line that may contain a mixture of gas and air, it shall be made safe by displacing the mixture with gas, air, or an inert gas. Caution must be taken when using an inert gas to provide adequate ventilation for all workers in the area.

#### 850.7 Blasting effects

Each operating company shall establish procedures for protection of facilities in the vicinity of blasting activities. The operating company shall:

- a) locate and mark its pipeline when explosives are to be detonated within distances as specified in company plans. Consideration should be given to the marking of minimum blasting distances from the pipelines depending upon the type of blasting operation.
- b) determine the necessity and extent of observing or monitoring blasting activities based upon the proximity of the blast with respect to the pipelines, the size of charge, and soil conditions;
- c) conduct a leak survey following each blasting operation near its pipelines.



**851 Pemeliharaan pipa penyalur****851.1 Pengawasan periodik pipa penyalur**

Sebagai suatu cara memelihara integritas sistem pipa penyalurnya, setiap perusahaan pengelola harus menetapkan dan melaksanakan prosedur pengamatan atau pengawasan yang berkala pada fasilitas yang dimilikinya. Studi harus diprakarsai dan tindakan memadai diambil apabila terjadi kondisi pengoperasian dan pemeliharaan yang menyimpang, seperti kegagalan, kebocoran yang pernah terjadi, penurunan efisiensi aliran karena terjadinya korosi internal, atau perubahan yang substansial pada persyaratan perlindungan katodik. Bila studi termaksud menunjukkan fasilitas tersebut dalam kondisi tidak memuaskan, suatu program terencana harus diprakarsai untuk meninggalkan, menggantikan, atau merekondisi dan menguji-coba pipa penyalur tersebut. Jika fasilitas tersebut tidak dapat lagi direkondisi atau diganti secara bertahap, tekanan operasi-boleh maksimum harus diturunkan setaraf dengan persyaratan yang dijelaskan butir 845.213(c).

**851.2 Patroli pipa penyalur**

Setiap perusahaan pengelola harus mempunyai program patroli pipa penyalur secara berkala untuk mengamati kondisi permukaan pada dan di sekitar hak lintas pipa penyalur, indikasi kebocoran, aktivitas konstruksi selain yang dilaksanakan perusahaan itu sendiri, dan setiap faktor lain yang mempengaruhi keselamatan dan pengoperasian pipa penyalur. Patroli harus dilaksanakan sekurang-kurangnya sekali satu tahun untuk Lokasi Kelas 1 dan 2, sekurang-kurangnya sekali 6 bulan untuk Lokasi Kelas 3, dan sekurang-kurangnya sekali 3 bulan untuk Lokasi Kelas 4. Cuaca, keadaan lapangan, ukuran saluran, tekanan operasi, dan kondisi lainnya merupakan faktor dalam menentukan tingkat frekuensi patroli. Lintasan pipa penyalur dengan jalan raya utama dan jalan kereta api harus diinspeksi dengan frekuensi yang lebih sering dan lebih seksama dibanding dengan pipa penyalur di daerah terbuka.

**851 Pipeline maintenance****851.1 Periodik surveillance of pipelines**

As a means of maintaining the integrity of its pipeline system, each operating company shall establish and implement procedures for periodic surveillance of its facilities. Studies shall be initiated and appropriate action taken where unusual operating and maintenance conditions occur, such as failures, leakage history, drop in flow efficiency due to internal corrosion, or substantial changes in cathodic protection requirements. When such studies indicate the facility is in unsatisfactory condition, a planned program shall be initiated to abandon, replace, or recondition and proof test. If such a facility cannot be reconditioned or phased out, the maximum allowable operating pressure shall be reduced commensurate with the requirements described in para. 845.213(c).

**851.2 Pipeline patrolling**

Each operating company shall maintain a periodic pipeline patrol program to observe surface conditions on and adjacent to the pipeline right-of-way, indications of leaks, construction activity other than that performed by the company, natural hazards, and any other factors affecting the safety and operation of the pipeline. Patrols shall be performed at least once each year in Locations Class 1 and 2, at least once each 6 months in Location Class 3, and at least once each 3 months in Location Class 4. Weather, terrain, size of line, operating pressures, and other conditions will be factors in determining the need for more frequent patrol. Main highways and railroad crossings shall be inspected with greater frequency and more closely than pipelines in open country.



**851.21 Pemeliharaan cover pada lintasan jalan raya dan saluran drainase.**

Perusahaan pengelola harus menentukan melalui survei berkala apakah cover di atas pipa penyalur pada lintasan jalan raya dan saluran drainase telah berkurang dari ketentuan desain semula. Jika perusahaan pengelola memastikan bahwa cover normal yang disediakan saat pengkonstruksian pipa penyalur telah berkurang dari yang disyaratkan sebagai akibat pelongsoran tanah atau pergeseran saluran, perusahaan pengelola harus menyediakan perlindungan tambahan dengan membuat tanggul, gorong-gorong, tatakan beton, casing, memperdalam saluran, atau cara-cara lain yang memadai.

**851.22 Pemeliharaan cover di lapangan terbuka.** Jika perusahaan pengelola mengetahui dari hasil patroli bahwa cover sepanjang pipa penyalur di lapangan terbuka tidak sesuai dengan desain semula, maka harus ditentukan apakah cover tersebut telah berkurang hingga ke tingkat yang tidak dapat diterima. Jika tidak dapat diterima, perusahaan pengelola harus menyediakan perlindungan tambahan dengan mengganti cover, memperdalam saluran atau cara-cara lain yang memadai.

**851.3 Survei kebocoran**

Setiap perusahaan pengelola saluran transmisi harus membuat ketentuan tentang survei kebocoran secara berkala dalam rencana pengoperasian dan pemeliharaannya. Jenis survei yang diseleksi harus efektif untuk menentukan apakah terdapat kemungkinan kebocoran yang membahayakan. Tingkat dan frekuensi survei kebocoran harus ditentukan berdasarkan tekanan operasi, umur perpipaan, lokasi kelas, dan apakah saluran transmisi menyalurkan gas tanpa bau.

**851.4 Prosedur pereparasian pipa induk atau pipa penyalur baja yang beroperasi dengan tingkat hoop stress pada 30% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih**

Jika suatu waktu cacat seperti yang disebutkan butir 851.4 terjadi pada pipa penyalur yang beroperasi pada 30% kuat

**851.21 Maintenance of cover at road crossings and drainage ditches.** The operating company shall determine by periodic surveys if the cover over the pipeline at road crossings and drainage ditches has been reduced below the requirements of the original design. If the operating company determines that the normal cover provided at the time of pipeline construction has become unacceptably reduced due to earth removal or line movement, the operating company shall provide additional protection by providing barriers, culverts, concrete pads, casing, lowering the line, or other suitable means.

**851.22 Maintenance of cover in cross-country terrain.** If the operating company learns as a result of patrolling that the cover over the pipeline in cross-country terrain does not meet the original design, it shall determine whether the cover has been reduced to an unacceptable level. If unacceptable, the operating company shall provide additional protection by replacing cover, lowering the line, or other suitable means.

**851.3 Leakage surveys**

Each operating company of a transmission line shall provide for periodic leakage surveys of the line in its operating and maintenance plan. The types of surveys selected shall be effective for determining if potentially hazardous leakage exists. The extent and frequency of the leakage surveys shall be determined by the operating pressure, piping age, class location, and whether the transmission line transports gas without an odorant.

**851.4 Repair procedures for steel pipelines or mains operating at hoop stress levels at or above 30% of the specified minimum yield strength**

If at any time a defect mentioned in the following subsections of para. 851.4 is evident on a pipeline operating at or above



luluh minimum spesifikasi pipa atau lebih, tindakan sementara harus dilakukan segera untuk melindungi properti dan publik. Jika tidak mungkin melaksanakan reparasi sewaktu ditemukannya cacat tersebut, maka reparasi permanen harus dilakukan sesegera mungkin sebagaimana digariskan di bawah ini. Penggunaan tambalan berlas sebagai metode reparasi tidak diperkenankan, kecuali dilakukan seperti ditentukan butir 851.44(e). Jika pipa penyalur tidak dapat dihentikan operasinya, tekanan operasi harus dibuat sedemikian rupa sehingga keselamatan kerja selama diadakan pekerjaan reparasi tetap terjamin.

Bagian terkorosi yang tidak bocor, yang harus diperbaiki atau diganti, ditentukan dalam butir 862.213. Kampuh las longitudinal biasanya diidentifikasi dengan inspeksi visual, dengan etsa, atau pengujian ultrasonik.

Selongsong belah lasan melingkar-penuh, dengan ujung lasan, harus memiliki tekanan desain sekurang-kurangnya sama dengan tekanan operasi maksimum yang diijinkan dari pipa yang sedang diperbaiki [Lihat butir 841.11(a)]. Jika kondisi mensyaratkan selongsong menanggung tegangan longitudinal penuh, selongsong tersebut harus memiliki kekuatan desain sekurang-kurangnya sama dengan kekuatan desain pipa yang sedang diperbaiki. Lebar selongsong melingkar-penuh harus tidak kurang dari 4 inci.

Jika cacat tidak bocor, lasan fillet melingkar adalah opsional pada kasus tertentu seperti yang dijelaskan dalam sub bagian butir 851.4 berikut. Jika dibuat lasan fillet melingkar, maka lasan longitudinal pada selongsong hendaknya merupakan lasan butt. Prosedur pengelasan lasan fillet melingkar harus sesuai untuk material dan harus mempertimbangkan kemungkinan terjadinya *underbead cracking*. *Back-up strip* tidak diperlukan. Jika tidak dibuat lasan fillet melingkar, maka lasan longitudinal boleh lasan butt atau fillet ke batang tepi. Pinggir melingkar, yang akan disil dan telah dilas fillet, hendaknya disil dengan material pelapis seperti enamel atau *mastic*, sehingga tanah di sekelilingnya dicegah masuk ke area di

30% of the specified minimum yield strength of the pipe, temporary measures shall be employed immediately to protect the property and the public. If it is not feasible to make repairs at the time of discovery, permanent repairs shall be made as soon as feasible as described herein. The use of a welded patch as a repair method is prohibited, except as provided in para. 851.44(e). If the pipeline is not taken out of service, the operating pressure shall be at a level that will provide safety during the repair operations.

Nonleaking corroded areas that must be repaired or replaced are defined in para. 862.213. Longitudinal weld seams are commonly identified by visual inspection, etchants, or ultrasonic testing.

A full encirclement welded split sleeve with welded ends shall have a design pressure at least equal to that required for the maximum allowable operating pressure of the pipe being repaired [See para. 841.11(a)]. If conditions require that the sleeve carry the full longitudinal stresses, the sleeve shall be at least equal to the design strength of the pipe being repaired. Full encirclement sleeves shall not be less than 4 in. in width.

If the defect is not a leak, the circumferential fillet welds are optional in certain cases as described in the following subsections of para. 851.4. If circumferential fillet welds are made, the sleeve's longitudinal welds should be butt welds. The welding procedures for the circumferential fillet welds shall be suitable for the materials and shall consider the potential for underbead cracking. Backup strips are not required. If the circumferential fillet welds are not made, the longitudinal welds may be butt welds or fillets to a side bar. The circumferential edges, which would have been sealed, had the fillet welds been made, should be sealed with a coating material such as enamel or mastic, so that the soil environment will be kept out of the



bawah selongsong tersebut.

Sebelum pemasangan selongsong, pipa harus diinspeksi dengan metode ultrasonik untuk mendeteksi laminasi yang dapat mengakibatkan terbentuknya deposit pada pipa.

Karakteristik keuletan dan mutu dari semua kampuh las harus dipertimbangkan bilamana deposit lasan dilakukan sepanjang kampuh pada perbaikan lasan.

#### **851.41 Definisi dari penyok *injurious* dan kerusakan mekanis.**

(a) Penyok adalah lekukan pipa atau penyimpangan dari penampang melingkar pipa yang diakibatkan oleh kekuatan dari luar.

(b) Penyok merata adalah penyok yang lekukannya bervariasi secara halus dan tidak mengandung lipatan, kerusakan mekanis [seperti yang tercantum di para 851.41(c)], korosi, arc burns, *girth* atau kampuh las.

(c) Kerusakan mekanis adalah kerusakan pada permukaan pipa yang diakibatkan oleh kekuatan luar. Kerusakan mekanis termasuk lipatan pada dinding pipa, *gouges*, goresan, noda logam, dan berkurangnya logam yang bukan disebabkan oleh korosi. Keretakan boleh dihubungkan atau tidak dengan kerusakan mekanis. Penyok pada pipa boleh dihubungkan atau tidak dengan kerusakan mekanis.

(d) Penyok merata didefinisikan sebagai *cacat* bila melebihi 6 % kedalaman dari tebal nominal diameter pipa. Penyok merata pada setiap kedalaman dapat diterima dengan syarat level regangan yang berhubungan dengan deformasi tidak melebihi 6 % regangan. Tingkatan regangan dapat dihitung sesuai dengan apendik R atau metodologi rekayasa lainnya. Dalam mengevaluasi kedalaman pada penyok merata, harus dipertimbangkan segmen pipa tersebut dapat dilalui dengan aman oleh peralatan inspeksi internal atau peralatan pembersih. Setiap penyok yang tidak dapat diterima untuk maksud ini, sebaiknya pipa dimaksud diganti sebelum peralatan-peralatan tersebut dioperasikan, walaupun penyok tersebut bukanlah *injurious*.

(e) Semua kerusakan eksternal mekanis, dengan atau tanpa kesepakatan pada tanda yang terlihat jelas pada pipa,

area under the sleeve.

Prior to the installation of the sleeve, the pipe body shall be inspected by ultrasonic methods for laminations where sleeve fillet welds will be deposited onto the pipe body.

Consideration shall be given to the toughness characteristics and quality of all seam welds when depositing welds across the seam in the course of repairs.

#### **851.41 Definition of injurious Dents and Mechanical damage**

(a) Dents are indentations of the pipe or distortions of the pipe's circular cross section caused by external forces.

(b) Plain dents are dents that vary smoothly and do not contain creases, mechanical damage [such as described in 851.41(c)], corrosion, arc burns, girth, or seam welds.

(c) Mechanical damage is damage to the pipe surface caused by external forces. Mechanical damage includes features such as creasing of the pipe wall, gouges, scrapes, smeared metal, and metal loss not due to corrosion. Cracking may or may not be present in conjunction with mechanical damage. Denting of the pipe may or may not be apparent in conjunction with mechanical damage.

(d) Plain dents are defined as injurious if they exceed a depth of 6% of the nominal pipe diameter. Plain dents of any depth are acceptable provided strain levels associated with the deformation do not exceed 6% strain. Strain levels may be calculated in accordance with Appendix R or other engineering methodology. In evaluating the depth of plain dents, the need for the segment to be able to safely pass an internal inspection or cleaning device shall also be considered. Any dents that are not acceptable for this purpose should be removed prior to passing these devices through the segment, even if the dent is not injurious.

(e) All external mechanical damage with or without concurrent visible indentation of the pipe is considered injurious.



dipertimbangkan sebagai *injurious*.

(f) Penyok yang mengandung korosi adalah *injurious* bila melebihi dari apa yang diijinkan pada butir 862.213, atau bila melebihi kedalaman 6% dari nominal diameter pipa.

(g) Penyok yang mengandung *stress corrosion cracks* atau retak lainnya adalah *injurious*.

(h) Penyok yang mempengaruhi *ductile girth* atau kampuh las adalah *injurious* bila kedalamannya melebihi 2% dari diameter nominal pipa, kecuali bagi kasus yang telah dievaluasi dan ditentukan telah aman oleh analisa rekayasa yang mempertimbangkan berbagai faktor seperti mutu las, pengujian tidak-merusak, dan operasi pipa penyalur yang diterima dengan syarat tingkatan regangan yang berhubungan dengan deformasi tidak melebihi 4%. Ini merupakan kewajiban operator untuk mencapai tingkatan mutu las.

(i) Setiap kedalaman pada penyok yang mempengaruhi lasan *non-ductile*, seperti lasan *girth* gas karbit atau lasan kampuh yang cenderung mudah pecah, adalah *injurious*.

#### **851.42 Perbaikan permanen pada penyok *injurious* dan kerusakan mekanis di lapangan**

(a) Penyok *injurious* dan kerusakan mekanis harus dihilangkan atau diperbaiki dengan salah satu metode dibawah ini, atau tekanan operasi harus diturunkan. Tekanan diturunkan tidak melebihi 80 % dari tekanan operasi pada saat cacat atau kerusakan ditemukan. Penurunan tekanan tidak berarti diijinkannya perbaikan permanen.

(b) Penghilangan penyok *injurious* atau kerusakan mekanis harus dilaksanakan dengan mematikan operasi pada pipa penyalur dan kemudian memotong bagian pipa tersebut dan mengganti dengan pipa yang tekanan desainnya sama atau lebih tinggi; atau menghilangkan cacat dengan *Hot Tapping*, sehingga cacat hilang.

(c) Perbaikan terhadap penyok *injurious* dan kerusakan mekanis harus dilaksanakan seperti yang dijelaskan di bawah ini.

(1) Penyok merata, penyok yang korosif, penyok yang mengandung stress

(f) Dents that contain corrosion are injurious if the corrosion is in excess of what is allowed by para. 862.213, or if they exceed a depth of 6% of the nominal pipe diameter.

(g) Dents that contain stress corrosion cracks or other cracks are injurious.

(h) Dents that affect ductile girth or seam welds are injurious if they exceed a depth of 2% of the nominal pipe diameter, except those evaluated and determined to be safe by an engineering analysis that considers weld quality, nondestructive examinations, and operation of the pipeline are acceptable provided strain levels associated with the deformation do not exceed 4%. It is the operator's responsibility to establish the quality level of the weld.

(i) Dents of any depth that affect non-ductile welds, such as acetylene girth welds or seam welds that are prone to brittle fracture, are injurious.

#### **851.42 Permanent field repairs of injurious Dents and Mechanical Damage**

(a) Injurious dents and mechanical damage shall be removed or repaired by one of the methods below, or the operating pressure shall be reduced. The reduced pressure shall not exceed 80% of the operating pressure experienced by the injurious feature at the time of discovery. Pressure reduction does not constitute a permanent repair.

(b) Removal of injurious dents or mechanical damage shall be performed by taking the pipeline out of service and cutting out a cylindrical piece of pipe and replacing same with pipe of equal or greater design pressure; or by removing the defect by hot tapping, provided the entire defect is removed.

(c) Repairs of injurious dents or mechanical damage shall be performed as described below.

(1) Plain dents, dents containing corrosion, dents containing stress



corrosion cracking (SSC), dan penyok yang mempengaruhi las *ductile girth* atau kampuh dapat diperbaiki dengan Selongsong belah las melingkar-penuh dengan ujung lasan.

- (2) Kerusakan mekanis eksternal, dan semua penyok yang mempengaruhi las gas karbit atau las kampuh yang menunjukkan karakteristik *brittle fracture*, dapat diperbaiki dengan Selongsong belah las melingkar-penuh dengan lasan pada ujungnya.
- (3) Kerusakan mekanis eksternal, termasuk retak, dapat diperbaiki dengan menggerinda kerusakan tersebut dengan syarat segala takik pada pipa tidak melebihi kedalaman 4 % dari diameter nominal pipa. Menggerinda diijinkan hingga kedalaman 10% dari tebal nominal pipa dengan panjang yang tidak terbatas. Menggerinda diijinkan hingga kedalaman lebih dari 10% sampai maksimum 40% dari tebal pipa, dengan penghilangan logam dengan panjang yang dibatasi dari persamaan di bawah ini:

$$L = 1.12 \left[ (Dt) \left( \left( \frac{a/t}{1.1a/t - 0.11} \right)^2 - 1 \right) \right]^{1/2}$$

Dimana ;

D = Nominal diameter luar pipa, inci.

L = Maksimum jarak longitudinal pada area permukaan, inci.

a = Maksimum kedalaman yang terukur pada area permukaan, inci.

t = Nominal tebal dinding pipa, inci.

Penggerindaan harus menghasilkan permukaan yang rata pada dinding pipa. Tebal pipa yang tersisa harus diverifikasi menggunakan pengujian ultrasonik. Setelah menggerinda, permukaan harus diinspeksi terhadap retak menggunakan metode pengujian permukaan yang tak merusak yang mampu mendeteksi retak dan permukaan pipa harus diinspeksi dengan media penggambaran yang cocok sesuai

corrosion cracking, and dents affecting ductile girth welds or seams may be repaired with either a full encirclement steel sleeve with open ends or with ends welded to the pipe.

- (2) External mechanical damage, and all dents affecting acetylene girth welds or seam welds that are known to exhibit brittle fracture characteristics, may be repaired with a full encirclement steel sleeve with ends welded to the pipe.
- (3) External mechanical damage, including cracks, may be repaired by grinding out the damage provided any associated indentation of the pipe does not exceed a depth of 4% of the nominal pipe diameter. Grinding is permitted to a depth of 10% of the nominal pipe wall with no limit on length. Grinding is permitted to a depth greater than 10% up to a maximum of 40% of the pipe wall, with metal removal confined to a length given by the following equation:

$$L = 1.12 \left[ (Dt) \left( \left( \frac{a/t}{1.1a/t - 0.11} \right)^2 - 1 \right) \right]^{1/2}$$

Where

D = nominal outside diameter of the pipe, in.

L = maximum allowable longitudinal extent of the ground area, in.

a = measured maximum depth of ground area, in.

t = nominal wall thickness of pipe, in.

Grinding shall produce a smooth contour in the pipe wall. The remaining wall thickness shall be verified using ultrasonic testing. After grinding, the surface shall be inspected for cracks using a nondestructive surface examination method capable of detecting cracks and the surface shall be inspected with a suitable etchant per para. 841.245. If grinding within the depth



dengan butir 841.245. Bila menggerinda dalam batasan kedalaman dan jarak tetap gagal menghilangkan kerusakan secara lengkap, kerusakan harus dihilangkan atau diperbaiki sesuai dengan butir 851.42(c)(2).

- (4) Penyok yang mengandung stress corrosion cracking (SSC) dapat diperbaiki dengan menggerinda retak tersebut dengan kedalaman dan jarak yang diijinkan butir 862.213 untuk korosi pada pipa. Tebal pipa harus diperiksa menggunakan tes ultrasonik. Setelah menggerinda, permukaan pipa harus diperiksa terhadap retak menggunakan metode pengujian permukaan yang tak merusak yang mampu mendeteksi retak dan permukaan pipa harus diperiksa dengan metode penggambaran yang cocok sesuai dengan butir 841.245. Bila menggerinda dalam batasan kedalaman dan jarak tetap gagal menghilangkan kerusakan secara lengkap, kerusakan harus dihilangkan atau diperbaiki sesuai dengan butir 851.42(c)(1).

(d) Bila suatu penyok atau kerusakan mekanis diperbaiki dengan sebuah selongsong yang tidak dirancang untuk menahan tekanan-operasi-maksimum yang diijinkan (TOMB), penyok harus, pada awal, diisi dengan bahan pengisi tak-mampat. Bila selongsong dirancang untuk mampu menahan tekanan-operasi-maksimum yang diijinkan (TOMB), bahan pengisi tak-mampat direkomendasikan tapi tak diharuskan.

(e) Perbaikan menggunakan bahan komposit balut non-logam, tidak dapat diterima untuk perbaikan penyok atau kerusakan mekanis, kecuali telah terbukti melalui tes dan analisa rekayasa yang dapat diandalkan.

(f) Semua perbaikan, yang tercantum dalam butir 851.42, harus berhasil melalui inspeksi dan tes tidak-merusak yang tercantum dalam butir 851.5.

and length limitations fails to completely remove the damage, the damage shall be removed or repaired in accordance with para. 851.42(c)(2).

- (4) Dents containing stress corrosion cracking may be repaired by grinding out the cracks to a length and depth permitted in para. 862.213 for corrosion in plain pipe. The wall thickness shall be checked using ultrasonic testing. After grinding, the surface shall be inspected for cracks using a nondestructive surface examination method capable of detecting cracks and the surface shall be inspected with a suitable etchant as per para. 841.245. If grinding within the depth and length limitations fails to completely remove the damage, the damage shall be removed or repaired in accordance with para. 851.42(c) (1).

(d) If a dent or mechanical damage is repaired with a sleeve not designed to carry maximum allowable operating line pressure, the dent shall first be filled with an incompressible filler. If the sleeve is designed to carry maximum allowable operating pressure, the incompressible filler is recommended but not required.

(e) Nonmetallic composite wrap repairs are not acceptable for repair of injurious dents or mechanical damage, unless proven through reliable engineering tests and analysis.

(f) All repairs under para. 851.42 shall pass nondestructive inspection and tests as provided in para. 851.5.



### 851.43 Reparasi permanen lasan yang memiliki cacat yang merusak di lapangan

- a) Semua lasan butt melingkar yang ditemukan mempunyai cacat yang tidak dapat diterima (menurut API 1104) harus direparasi sesuai dengan persyaratan butir 2.7, asalkan pengoperasian pipa penyalur dapat dihentikan. Reparasi lasan dapat dilakukan ketika pipa penyalur sedang beroperasi asalkan lasan tidak bocor, tekanan dalam pipa penyalur telah diturunkan hingga suatu tekanan yang tidak menimbulkan tegangan melebihi 20% kuat luluh minimum spesifikasi pipa, dan penggerindaan area yang cacat dibatasi sedemikian rupa sehingga setelah penggerindaan sisa ketebalan lasan pada pipa tidak kurang dari  $\frac{1}{8}$  inci.
- b) Lasan yang cacat seperti disebutkan dalam butir 851.42 (a) yang tidak dapat direparasi menurut butir 851.42(a) dan bila tidak mungkin menghilangkan cacat pipa penyalur dengan cara penggantian, dapat direparasi dengan memasang selongsong belah las melingkar-penuh dengan menggunakan lasan fillet melingkar.
- c) Jika *gouge*, alur, atau penyok terjadi pada seam las busur-benam (atau cacat manufakturing ditemukan dalam seam ini), atau jika *gouge*, alur, atau penyok terjadi pada lasan *butt* melingkar, suatu selongsong belah las lingkaran-penuh harus dipasang dengan atau tanpa penggunaan lasan fillet. Penyok dapat dilindungi dengan bahan pengisi atau dengan memberikan tekanan pada selongsong seperti yang dijelaskan sebelumnya pada butir 851.41(a)(3).
- d) Jika *gouge*, alur, atau penyok terjadi dalam suatu *seam* las-resistensi listrik, atau *seam* las-*flash*, atau cacat manufakturing ditemukan pada tempat yang sama, atau jika hydrogen *stress cracking* ditemukan pada zone lasan, maka selongsong belah las melingkar-penuh harus dipasang dengan menggunakan lasan fillet. Selanjutnya selongsong harus diberi tekanan dengan

### 851.43 Permanent field repair of welds having Injurious defects

- a) All circumferential butt welds found to have unacceptable defects (according to API 1104) shall be repaired in accordance with requirements of para. 2.7, provided the pipeline can be taken out of service. Repairs on welds may be made while the pipeline is in service, provided the weld is not leaking, the pressure in the pipeline has been reduced to a pressure which will not produce a stress in excess of 20% of the specified minimum yield of the pipe, and grinding of the defective area can be limited so that there will remain at least  $\frac{1}{8}$  in. thickness in the pipe weld.
- b) Defective welds mentioned in (a) above, which cannot be repaired under (a) above and where it is not feasible to remove the defect from the pipeline by replacement, may be repaired by the installation of a full encirclement welded split sleeve using circumferential fillet welds.
- c) If a gouge, groove, or dent occurs in a submerged arc welded seam (or a manufacturing defect is found in such a seam) or if a gouge, groove, or dent occurs in a circumferential butt weld, a full encirclement welded split sleeve shall be installed with or without using fillet welds. Dents shall be protected by a filler or by pressurizing the sleeve as previously described in para. 851.41(a)(3).
- d) If a gouge, groove, or dent occurs in an electric resistance weld seam or a flash weld seam, or if a manufacturing defect is discovered in same, or if hydrogen stress cracking is found in any weld zone, a full encirclement welded split sleeve shall be installed using fillet welds. The sleeve shall then be pressurized by hot tapping the pipeline under the sleeve.



cara meng-*hot-tap* pipa penyalur di bawah selongsong tersebut.

- e) Semua reparasi yang dilakukan menurut butir (a), (b), (c), dan (d) harus dites dan diinspeksi sesuai dengan butir 851.5.

#### 851.44 Reparasi permanen area terkorosi bocor dan tak bocor di lapangan.

- a) Jika memungkinkan, pipa penyalur harus dihentikan pengoperasiannya dan direparasi dengan cara memotong keseluruhan pipa yang cacat dan menggantinya dengan pipa yang sama yang memiliki kekuatan desain sama atau lebih besar.
- b) Jika tidak mungkin menghentikan pengoperasian pipa penyalur tersebut, reparasi harus dilakukan dengan memasang selongsong belah las melingkar-penuh kecuali jika dipilih menggunakan tambalan sesuai dengan butir (e) di bawah, atau kecuali jika korosi direparasi dengan logam lasan yang dideposit sesuai dengan butir (f) di bawah. Jika korosi yang tidak bocor direparasi dengan selongsong belah las melingkar-penuh, lasan fillet melingkar adalah opsional.
- c) Jika bocoran adalah akibat oleh *corrosion pit*, reparasi dapat dilakukan dengan cara memasang klem bocor yang dipasang dengan baut dan didesain sebagaimana mestinya.
- d) Suatu bocoran kecil dapat direparasi dengan cara mengelaskan nipple di atasnya untuk mengeluarkan gas sewaktu pengelasan dan kemudian memasang fitting yang sesuai pada nipple tersebut.
- e) Area terkorosi baik yang bocor ataupun tidak pada pipa dengan kuat luluh minimum spesifikasi tidak melebihi 40.000 psi dapat direparasi dengan menggunakan penambal pelat baja yang pojok-pojoknya telah dibulatkan dan dengan dimensi tidak melebihi setengah keliling pipa yang dilas fillet di atas daerah berlubang. Kekuatan desain pelat harus sama atau lebih besar dari pada kekuatan pipa.
- f) Area terkorosi kecil dapat direparasi dengan cara mendepositkan logam lasan

- e) All repairs performed under (a), (b), (c), and (d) above shall be tested and inspected as provided in para. 851.5.

#### 851.44 Permanent field repair of leaks and nonleaking corroded areas

- a) If feasible, the pipeline shall be taken out of service and repaired by cutting out a cylindrical piece of pipe and replacing same with pipe of equal or greater design strength.
- b) If it is not feasible to take the pipeline out of service, repairs shall be made by the installation of a full encirclement welded split sleeve unless a patch is chosen in accordance with (e) below, or unless corrosion is repaired with deposited weld metal in accordance with (f) below. If nonleaking corrosion is repaired with a full encirclement welded split sleeve, the circumferential fillet welds are optional.
- c) If the leak is due to a corrosion pit, the repair may be made by the installation of a properly designed bolt-on leak clamp.
- d) A small leak may be repaired by welding a nipple over it to vent the gas while welding and then installing an appropriate fitting on the nipple.
- e) Leaking or nonleaking corroded areas on pipe of not more than 40,000 psi specified minimum yield strength may be repaired by using a steel plate patch with rounded corners and with dimensions not in excess of one-half the circumference of the pipe fillet welded over the pitted area. The design strength of the plate shall be the same or greater than the pipe.
- f) Small corroded areas may be repaired by filling them with deposited weld metal



jenis elektrode hidrogen rendah pada area tersebut. Tekanan yang lebih tinggi dan laju aliran yang lebih besar akan mengurangi kemungkinan terjadi burn-through. Pada 20 V dan 100 A, burn-through kemungkinannya kecil terjadi jika ketebalan dinding aktual adalah sebagai berikut:

psia	Kecepatan gas, ft/sec			
	0	5	10	20
15	0.320	....	....	....
500	0.300	0.270	0.240	0.205
900	0.250	0.235	0.190	0.150

Metode reparasi ini hendaknya tidak dilakukan pada pipa yang diperkirakan peka terhadap patah-getas.

- h) Semua reparasi yang dilakukan menurut butir 851.43(a), (b), dan (d) harus dites dan diinspeksi seperti ditentukan butir 851.5.

**851.45** Reparasi permanent *hydrogen stress cracking* dalam *hard spot* dan *stress corrosion cracking* di lapangan.

- a) Jika memungkinkan, pengoperasian pipa penyalur harus dihentikan dan direparasi dengan memotong keseluruhan pipa yang cacat dan menggantikannya dengan pipa yang sama yang memiliki kekuatan desain sama atau lebih besar.
- b) Jika tidak mungkin menghentikan pengoperasian pipa penyalur, pereparasian dapat dilakukan dengan cara memasang selongsong belah las melingkar-penuh. Dalam hal terdapat *stress corrosion cracking*, lasan fillet adalah opsional. Jika dibuat lasan fillet, pemberian tekanan pada selongsong adalah opsional. Hal yang sama berlaku untuk *hydrogen stress cracking* dalam *hard spot* (tempat yang mengeras), kecuali itu *hard spot* yang datar harus dilindungi dengan pengisi yang mampu mengeras atau dengan pemberian tekanan pada selongsong dilas fillet.
- c) Semua reparasi yang dilakukan menurut butir 851.44 (a) dan (b) harus dites dan diinspeksi sesuai dengan butir 851.5.

from low-hydrogen electrodes. The higher the pressure and the greater the flow rate, the less is the chance of burn-through. At 20 V and 100 A, burn-through is unlikely to occur when the following actual wall thicknesses exist:

psia	Gas velocity, ft/sec			
	0	5	10	20
15	0.320	...	...	...
500	0.300	0.270	0.240	0.205
900	0.280	0.235	0.190	0.150

This method of repair should not be attempted on pipe that is thought to be susceptible to brittle fracture.

- g) All repairs performed under (a), (b), and (d) above shall be tested and inspected as provided in 851.5.

**851.45** Permanent field repair of hydrogen stress cracking in hard spots and stress corrosion cracking

- a) If feasible, the pipeline shall be taken out of service and repaired by cutting out a cylindrical piece of pipe and replacing same with pipe of equal or greater design strength.
- b) If it is not feasible to take the pipeline out of service, repairs shall be made by the installation of a full encirclement welded split sleeve. In the case of stress corrosion cracking, the fillet welds are optional. If the fillet welds are made, pressurization of the sleeve is optional. The same applies to hydrogen stress cracking in hard spots except that a flat hard spot shall be protected with a hardenable filler or by pressurization of a fillet welded sleeve.
- c) All repairs performed under (a) and (b) above shall be tested and inspected as provided in para. 851.5.



**851.5 Pengujian hasil reparasi pipa penyalur atau pipa induk baja yang beroperasi pada tingkat regangan melingkar pada 30% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih besar**

#### **851.51 Pengetesan pipa pengganti**

Jika suatu reparasi yang dijadwalkan pada pipa induk atau pipa penyalur dilakukan dengan cara memotong bagian pipa yang rusak sebagai suatu silinder dan menggantinya dengan pipa lain, maka pipa pengganti harus menjalani uji tekanan. Pipa pengganti harus dites pada tekanan yang berlaku untuk pipa induk atau pipa penyalur baru yang dipasang pada lokasi yang sama. Uji dapat dilakukan pada pipa sebelum pemasangan asalkan uji non-destruktif yang memenuhi persyaratan butir 826 dilakukan pada semua lasan-but sesudah pemasangan. Jika penggantian pipa dilakukan di bawah kondisi api terkontrol (gas dalam pipa penyalur) maka selongsong belah las melingkar-penuh dapat digunakan untuk menyambung pipa tersebut sebagai pengganti lasan-but. Semua lasan pada selongsong hendaknya diradiografi (lihat butir 851.52).

#### **851.52 Pengujian non-destruktif hasil reparasi, gouge, alur, penyok, dan lasan**

Jika cacat direparasi dengan pengelasan sesuai dengan ketentuan butir 851.4 dan setiap sub-bagiannya, pengelasan harus diperiksa sesuai dengan butir 826.

#### **851.6 Rekaman kebocoran pipa penyalur**

Rekaman yang mencakup semua kebocoran yang ditemukan dan reparasi yang telah dilakukan harus dibuat. Semua pipa penyalur yang pecah harus dilaporkan secara rinci. Rekod ini bersama dengan rekod survai kebocoran, rekod patroli saluran, dan rekod lain yang berhubungan dengan inspeksi rutin dan inspeksi luar biasa harus disimpan dalam file perusahaan pengelola, selama saluran masih tetap dioperasikan.

#### **851.7 Penandaan pipa penyalur**

a) Rambu atau tanda harus dipasang di tempat yang dianggap perlu untuk

**851.5 Testing repairs to steel pipelines or mains operating at hoop stress levels at or above 30% of the specified minimum yield strength**

#### **851.51 Testing of replacement pipe sections.**

When a scheduled repair to a pipeline or main is made by cutting out the damaged portion of the pipe as a cylinder and replacing it with another section of pipe, the replacement section of pipe shall be subjected to a pressure test. The replacement section of pipe shall be tested to the pressure required for a new pipeline or main installed in the same location. The tests may be made on the pipe prior to installation, provided nondestructive tests meeting the requirements of para. 826 are made on all field girth butt welds after installation. If the replacement is made under controlled fire conditions (gas in the pipeline), full encirclement welded split sleeves may be used to join the pipe sections instead of butt welds. All sleeve welds should be radiographed (see para. 851.52).

#### **851.52 Nondestructive testing of repairs, gouges, grooves, dents, and welds.**

If the defects are repaired by welding in accordance with the provisions of para. 851.4 and any of its subsections, the welding shall be examined in accordance with para. 826.

#### **851.6 Pipeline leak records**

Records shall be made covering all leaks discovered and repairs made. All pipeline breaks shall be reported in detail. These records along with leakage survey records, line patrol records, and other records relating to routine or unusual inspections shall be kept in the file of the operating company, as long as the section of line remains in service.

#### **851.7 Pipeline markers**

a) Signs or markers shall be installed where it is considered necessary to indicate the



menunjukkan adanya pipa penyalur yang melintasi jalan, jalan raya, jalan kereta api, dan sungai. Rambu dan tanda tambahan harus dipasang sepanjang pipa penyalur lainnya di tempat kemungkinan adanya kerusakan atau gangguan.

- b) Rambu atau tanda dan sekitar hak lintas pipa harus dipelihara sedemikian rupa sehingga tanda mudah dibaca dan dilihat.
- c) Rambu atau tanda harus mencantumkan kata-kata "Pipa Penyalur Gas (atau nama gas yang disalurkan)", nama perusahaan pengelola, nomor telepon (termasuk kode area) di mana perusahaan pengelola dapat dihubungi.

#### **851.8 Fasilitas transmisi yang ditinggalkan.**

Setiap perusahaan pengelola harus memiliki rencana dalam prosedur pengoperasian dan pemeliharaan untuk meninggalkan fasilitas transmisi. Rencana tersebut harus memasukkan ketentuan-ketentuan berikut

- a) Fasilitas yang akan ditinggalkan harus diputuskan hubungannya dengan semua sumber dan suplai gas seperti pipa penyalur, pipa induk, perpipaan *cross over*, stasiun meter, saluran kontrol, dan perlengkapan lainnya.
- b) Fasilitas-fasilitas yang akan ditinggalkan di tempat harus dibilas dengan material gas inert dan ujung-ujungnya disil, kecuali:
- c) setelah diambil tindakan sebelumnya untuk meyakinkan tidak ada hidrokarbon cair yang tertinggal dalam fasilitas yang akan ditinggalkan, maka fasilitas tersebut dapat dibilas dengan udara. Jika fasilitas dibilas dengan udara, kemudian tindakan pencegahan harus dilakukan sebelumnya untuk meyakinkan bahwa campuran gas mampu-terbakar tidak ada setelah pembilasan (lihat butir 841.275).

#### **851.9 Pemutusan (Non-aktif) operasi dari Fasilitas Transmisi**

Rencana Operator untuk memutuskan atau menon-aktifkan sementara pada fasilitas transmisi harus mengembangkan prosedur

presence of a pipeline at road, highway, railroad, and stream crossings. Additional signs and markers shall be installed along the remainder of the pipeline at locations where there is a probability of damage or interference.

- b) Signs or markers and the surrounding right-of-way shall be maintained so markers can be easily read and are not obscured.
- c) The signs or markers shall include the words "Gas (or name of gas transported) Pipeline," the name of the operating company, and the telephone number (including area code) where the operating company can be contacted.

#### **851.8 Abandoning of transmission facilities**

Each operating company shall have a plan in its operating and maintenance procedures for abandoning transmission facilities. The plan shall include the following provisions.

- a) Facilities to be abandoned shall be disconnected from all sources and supplies of gas such as other pipelines, mains, crossover piping, meter stations, control lines, and other appurtenances.
- b) Facilities to be abandoned in place shall be purged of gas with an inert material and the ends sealed, except that:
- c) after precautions are taken to insure that no liquid hydrocarbons remain in the facilities to be abandoned, then such facilities may be purged with air. If the facilities are purged with air, then precautions must be taken to insure that a combustible mixture is not present after purging. (See para. 841.275.)

#### **851.9 Decommissioning of Transmission Facilities**

Operators planning the decommissioning (temporary disconnect) of transmission facilities shall develop procedures for the



untuk pemutusan fasilitas dari kondisi operasi. Prosedur harus terdiri dari beberapa aspek berikut.

- (a) Fasilitas yang akan dinon-aktifkan harus diisolasi dan disil dengan semua sumber dan suplai gas seperti pipa penyalur, pipa induk, perpipaan *cross over*, stasiun meter, saluran kontrol, dan perlengkapan lainnya.
- (b) Bilas Fasilitas yang akan diaktifkan dengan bahan inert dan sil pada semua ujungnya secara efektif. Untuk fasilitas dimana pembilasan tidak diperlukan dan untuk fasilitas dimana kebutuhan untuk pemulihan operasi tersebut ada, jumlah kecil gas dapat tetap berada dalam fasilitas dengan syarat kadar gas tersebut tidak memiliki potensi bahaya, dan tidak mengandung kontaminasi korosif melebihi standar mutu pipa penyalur seperti air, karbondioksida, dan sulfida.
- (c) Setelah fasilitas dinon-aktifkan, prosedur pemeliharaan harus tetap diaplikasikan seperti bagaimana diaplikasikan pada fasilitas yang beroperasi.
- (d) Perlindungan katodik harus dipelihara dengan inspeksi yang rutin dan rekod yang terus berjalan seperti bagaimana diaplikasikan pada fasilitas yang beroperasi.
- (e) Untuk stasiun dimana blanket gas tetap ada, sistem *Shut-Down Darurat (SDD)* harus tetap beroperasi. Beberapa modifikasi dari sistem SDD mungkin diperlukan untuk mengijinkan kondisi tekanan rendah SDD. Gas yang berbahaya dan unit pendeteksi api sepatutnya tetap beroperasi untuk proses blow down unit-unit dan pipa, bila diperlukan.

#### 851.10 Pengaktifan kembali Fasilitas Transmisi

Rencana operator untuk mengaktifkan kembali fasilitas transmisi yang untuk sementara tidak beroperasi, harus mengembangkan prosedur tertulis untuk pengaktifan-ulang fasilitas tersebut. Prosedur harus terdiri dari beberapa aspek berikut.

- (a) Sebelum fasilitas diaktifkan kembali,

decommissioning of facilities from service. The procedures shall include the following.

- (a) Facilities to be decommissioned shall be isolated and sealed from all sources and supplies of gas such as other pipelines, mains, crossover piping, meter stations, control lines, and other appurtenances.
- (b) Purge facilities to be commissioned with an inert material and effectively seal the ends. For facilities where purging is not necessary and where a need to restore to service exists, a small amount of gas can remain in the facility provided the gas amount poses no potential hazard, and contains no corrosive contaminants exceeding pipeline quality standards such as water, carbon dioxide, and sulfides.
- (c) After the facilities have been decommissioned, the maintenance procedures shall continue to be applied as if the facility were still in service.
- (d) The cathodic protection shall be maintained with the periodic inspections and record keeping to continue as if the facility were still in service.
- (e) For stations where blanket gas remains, the Emergency Shut Down (ESD) system shall remain in service. Some modification to the ESD system may be required to allow for a low pressure ESD. The hazardous gas and fire detectors should remain in service to blow the units and piping down, if necessary.

#### 851.10 Recommissioning of Transmission Facilities

Operators planning to recommission (reactivate) transmission facilities temporarily removed from service shall develop written procedures for recommissioning facilities to service. The procedures shall include the following.

- (a) Before a facility is recommissioned, all



semua rekod pemeliharaan dan perlindungan katodik harus ditinjau ulang untuk memastikan bahwa kondisi dan integritas dari fasilitas telah dipelihara selama periode non-aktif.

- (b) Fasilitas yang akan diaktifkan, dimana sebelumnya telah di non-aktifkan selama periode tertentu harus dibatasi secara bertingkat.
- (c) Survey kebocoran harus dilaksanakan setelah fasilitas diaktifkan kembali. Segala cacat yang ditemukan harus diperbaiki sebelum fasilitas kembali ke kondisi operasi penuh.

#### **851.11 Pengubahan posisi pipa penyalur yang sedang beroperasi.**

Sewaktu mengubah posisi pipa penyalur yang beroperasi, faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan:

- (a) defleksi,
  - (b) diameter, tebal dinding, dan grade pipa
  - (c) tekanan pipa penyalur,
  - (d) tipe lasan-melingkar,
  - (e) sejarah pengoperasian dan pengetesan
  - (f) adanya cacat,
  - (g) kurvatur yang ada,
  - (h) lengkungan,
  - (i) katup, dan fitting;
  - (j) kondisi lapangan dan tanah;
  - (k) pertimbangan keselamatan personil;
- tegangan-tegangan tambahan yang diakibatkan pengubahan posisi pipa penyalur.

#### **851.12 Pengujian Tekanan untuk Penilaian Integritas dari Pipa penyalur kondisi operasi**

Integritas dari Pipa penyalur dalam kondisi operasi, dapat ditentukan dengan pengetesan tekanan untuk kekuatan dan kebocoran - kebocoran. Perbandingan dari tes tekanan yang baru dengan tes tekanan sebelumnya akan mendemonstrasikan bahwa integritas dari pipa penyalur tidak menurun bila tes tekanan yang baru adalah sama atau lebih tinggi dari tes sebelumnya. Bila tidak ada tes kekuatan sebelumnya yang dapat dipergunakan untuk membandingkan dengan tes yang sedang dilaksanakan, margin minimal yang telah ditetapkan dalam faktor keselamatan dapat

maintenance and cathodic protection records shall be reviewed to ensure that the condition and integrity of the facility has been maintained during the decommissioned period.

- (b) Facilities to be recommissioned that have been decommissioned for an extended period of time shall be repressured incrementally.
- (c) A leak survey shall be performed after the facility has been recommissioned. Any defects or leaks discovered shall be repaired before the facility is back in full operation.

#### **851.11 Repositioning a pipeline in service**

When repositioning a pipeline in service, the following are some of the factors that shall be considered:

- (a) Deflection
  - (b) diameter, wall thickness, and grade of pipe
  - (c) pipeline pressure,
  - (d) type of girth welds,
  - (e) test and operating history,
  - (f) presence of defects,
  - (g) existing curvature,
  - (h) bends,
  - (i) valves and fittings;
  - (j) terrain and soil conditions;
  - (k) personnel safety considerations;
- additional stresses caused by repositioning of the pipeline.

#### **851.12 Pressure Testing for Integrity Assessment of In-Service Pipelines**

The integrity of an in-service pipeline may be determined by pressure testing for strength and leaks. Comparison of new test pressures with previous test pressures will demonstrate that the integrity of the pipeline has not been reduced if new test pressures are equal to or greater than previous test pressures. If there was no previous strength test with which to compare the current test, a minimum specified margin of safety can be established. A strength test, however, will not indicate ongoing deterioration of the pipeline that has not progressed to the point where defects fail during the strength test. Refer to



diterapkan. Walaupun begitu, tes tekanan tidak akan memberikan indikasi suatu deteriorasi yang sedang berlangsung pada pipa penyalur yang belum berkembang ke tingkatan dimana cacat dari deteriorasi tersebut akan membawa kegagalan selama tes tekanan berlangsung. Merujuk pada Appendix N untuk petunjuk tes hidrostatik.

*Integritas*: Didefinisikan sebagai kemampuan dari pipa penyalur untuk menahan tegangan melingkar yang diakibatkan tekanan operasi ditambah margin dari faktor keselamatan yang diperlukan di bagian ini.

*Kondisi-operasi Pipa penyalur*: Didefinisikan sebagai pipa penyalur yang telah atau masih berstatus kondisi operasi.

**851.12.1 Tingkatan Tes Tekanan.** Pada saat menetapkan tekanan untuk tes bagian, maksimum tes tekanan harus ditentukan oleh operator untuk menghindari kerusakan pada pipa penyalur dan komponennya. Pengaruh dari perubahan ketinggian tes bagian harus dipertimbangkan pada saat tes tekanan. Bilamana tes tekanan menyebabkan tegangan melingkar melebihi 100% dari KLMS, merujuk ke Appendix N, bagian 5 untuk petunjuk pengawasan Kuat-Lentur. Minimum tes tekanan harus sesuai dengan yang dirujuk pada butir. 851.12.1(a) sampai (c).

- (a) Untuk menentukan integritas dari pipa penyalur kondisi-operasi dengan tes kekuatan, pipa penyalur harus dites kekuatannya pada tekanan yang dapat menyebabkan tegangan melingkar setidaknya 90% KLMS dalam segmen dengan desain tekanan yang terendah pada bagian yang dites kecuali seperti yang tertera pada butir 851.12.1(b) atau butir. 851.12.1(c).
- (b) Untuk pipa penyalur dengan SSC (Retak Korosi Tegangan) yang telah teridentifikasi, cacat dapat diatasi dengan tes tekanan pada tekanan yang dapat menghasilkan tegangan melingkar minimum 100% KLMS pada titik elevasi yang tinggi.
- (c) Untuk pipa penyalur kondisi-operasi yang dimana persentasi tegangan melingkar dari KLMS tidak dapat ditentukan secara akurat atau untuk pipa penyalur yang beroperasi pada level tegangan melingkar yang lebih rendah dari

Appendix N for hydrostatic testing guidelines.

*integrity*: defined here as the capability of the pipeline to withstand hoop stress due to operating pressure plus a margin of safety required by this section.

*in-service pipeline*: defined here as a pipeline that has been or is in-service.

**851.12.1 Pressure Test Levels.** When establishing test pressures for a test section, the maximum test pressure shall be determined by the operator to prevent damage to the pipeline and its components. Consideration must be given to the affect of test section elevation differences on the test pressure. Whenever test pressure will cause a hoop stress in excess of 100% of the SMYS, refer to Appendix N, Section 5 for guidance on yield monitoring. The minimum test pressure shall be as required by paras. 851.12.1(a) through (c).

- (a) To determine the integrity of an in-service pipeline by strength testing, the pipeline shall be strength tested at a pressure which will cause a hoop stress of at least 90% of the SMYS in the segment with the lowest design or rated pressure in the section tested except as provided in para. 851.12.1(b) or para. 851.12.1(c).
- (b) For pipelines in which SCC (Stress Corrosion Cracking) has been identified, defects may be mitigated by pressure testing to a pressure that will create a hoop stress of at least 100% of the SMYS at the high point elevation.
- (c) For those in-service pipelines for which the hoop stress percent of the SMYS cannot be accurately determined or those pipelines that operate at hoop stress levels lower than maximum design pressure, the minimum strength test



maksimum tekanan desain, minimum tes kekuatan harus 1.10 kali dari TOMB.

- d) Lebih lanjut pada periode tes tekanan, tes kebocoran harus dilaksanakan. Tes kebocoran harus setidaknya 1.10 kali dari TOMB pipa penyalur.

#### 851.12.2 Periode tahan tekanan

- (a) Tekanan pada tes kekuatan harus ditahan pada minimum periode satu setengah jam, kecuali untuk beberapa pipa dengan kondisi SSC, yang dites pada tekanan sesuai dengan butir 851.12.2(b).
- (b) Tes tekanan untuk SSC harus ditahan pada periode yang cukup lama agar tes tekanan dapat stabil, pada kebanyakan kasus; satu setengah jam atau kurang.
- (c) Tekanan tes kebocoran harus dipertahankan selama diperlukan untuk mendeteksi atau mengevaluasi kebocoran dari bahan tes. Tambahan metode tes kebocoran lainnya dapat dipergunakan bila pendeteksian kebocoran bahan tes tersebut tidak praktis karena kebocoran yang sangat kecil seperti yang mungkin dialami setelah tes untuk SSC.

#### 851.12.3 Interval Waktu antara Pengujian

Interval waktu antara uji tekanan, atau melaksanakan uji tekanan mula bila pipa penyalur tidak diuji sebelum konstruksi, harus berdasarkan asesmen kritis rekayasa untuk mencegah cacat-cacat berkembang ke ukuran-ukuran yang kritis. Assesmen kritis rekayasa sepatutnya mempertimbangkan factor-faktor dibawah ini:

- (a) Resiko pada Masyarakat. Pertimbangan pertama pada suatu tes atau tes ulang sepatutnya adalah faktor ekspos pada masyarakat terhadap kegagalan suatu pipa penyalur.
- (b) Tingkat tegangan dari tes sebelumnya. Pengetesan menunjukkan bahwa makin tinggi tingkat tegangan dari tes kekuatan, makin kecil pula sisa retak yang dihasilkan. Retak yang lebih kecil akan memberikan waktu lebih lama sebelum

pressure shall be 1.10 times the MAOP.

- (d) Following the strength test period, a leak test should be performed. The leak test pressure should be at least 1.10 times the MAOP of the pipeline.

#### 851.12.2 Pressure Hold Period

- (a) The strength test pressure shall be held for a minimum time period of one half hour, except for those lines with known SCC, which are to be pressure tested in accordance with para. 851.12.2(b).
- (b) The pressure test for SCC shall be held long enough for the test pressure to stabilize, in most cases one half hour or less.
- (c) The leak test pressure should be maintained for as long as necessary to detect and locate or evaluate any leakage of test media. Additional leak test methods may be employed if detection of leakage of the test media is not practical due to very small leaks such as may be experienced after testing for SCC.

#### 851.12.3 Time Interval Between Tests.

The time interval between pressure tests, or performing the initial pressure test if the pipeline was not post-construction tested, should be based upon an engineering critical assessment to prevent defects from growing to critical sizes. That engineering critical assessment should include consideration of the following factors:

- (a) Risk to the public. The first consideration in a test or retest should be the exposure that the public could have to a failure of a given pipeline.
- (b) Stress level of previous test. Testing shows that the higher the stress level of the strength test, the smaller the remaining flaw will be. Smaller remaining flaws will result in a longer time before the flaw could be expected to grow to a



berkembang ke ukuran yang kritis, bila tidak diatasi. Ini berarti peningkatan rasio antara tes tekanan dan tekanan operasi dapat berpotensi untuk meningkatkan interval tes ulang.

- (c) Laju perkembangan korosi. Laju perkembangan korosi pada suatu pipa penyalur bergantung pada agresivitas dari lingkungan korosif dan keberhasilan pengukuran-pengukuran untuk pengendalian terhadap korosi.
- (d) Pemeliharaan. Deteriorasi dari pipa penyalur adalah juga suatu fungsi dari faktor waktu dan faktor keberhasilan dari tindakan untuk memulihkan kondisi-kondisi seperti defisiensi atas pengendalian korosi, kerusakan akibat kekuatan luar, dan kondisi-kondisi operasi yang meningkatkan potensi untuk korosi. Keberhasilan dari program-program untuk mencegah kerusakan oleh penggalian mempengaruhi pemeliharaan pipa penyalur.
- (e) Metode Inspeksi Lain. Inspeksi In-line, survey elektrik eksternal terhadap kondisi pelapis dan tingkatan perlindungan katodik, inspeksi secara langsung terhadap pipa, pengawasan internal korosi, pengawasan mutu Gas, dan pengawasan untuk mendeteksi pelanggaran adalah metode-metode yang dapat digunakan untuk memprediksi atau mengkonfirmasi keberadaan cacat-cacat yang dapat menurunkan integritas dari pipa penyalur.

critical size, if not mitigated. This means that increasing the ratio of the test pressure to the operating pressure may potentially increase the retest interval.

- (c) Corrosion growth rate. The corrosion growth rate on a given pipeline depends upon the aggressiveness of the corrosive environment and the effectiveness of corrosion control measures.
- (d) Maintenance. Deterioration of the pipeline is also a function of the timing and effectiveness of actions to correct such conditions as corrosion control deficiencies, external force damage, and operating conditions that increase the potential for corrosion. The effectiveness of programs to prevent damage by excavation affects pipeline maintenance.
- (e) Other inspection methods. In-line inspection, external electrical surveys of coating condition and cathodic protection levels, direct inspection of the pipe, monitoring of internal corrosion, monitoring of gas quality, and monitoring to detect encroachment are methods that can be used to predict or confirm the presence of defects that may reduce the integrity of the pipeline.

## 852 Pemeliharaan perpipaian distribusi

### 852.1 Patroli

Pipa induk distribusi harus dipatroli pada daerah-daerah di mana diperlukan untuk mengamati faktor-faktor yang mungkin berpengaruh terhadap pengoperasian yang aman. Patroli harus dipertimbangkan dalam area yang terdapat aktivitas konstruksi, deteriorasi fisik perpipaian dan penyangga yang diekspos, atau terdapat penyebab-penyebab alamiah lainnya, yang dapat merusak pipa. Frekuensi patroli harus ditentukan oleh parah tidaknya kondisi yang dapat mengakibatkan kegagalan atau kebocoran dan yang selanjutnya menimbulkan bahaya bagi keselamatan publik.

## 852 Distribution piping maintenance

### 852.1 Patrolling

Distribution mains shall be patrolled in areas where necessary to observe factors which may affect safe operation. The patrolling shall be considered in areas of construction activity, physical deterioration of exposed piping and supports, or any natural causes, which could result in damage to the pipe. The frequency of the patrolling shall be determined by the severity of the conditions which could cause failure or leakage and the subsequent hazards to public safety.



## 852.2 Survei kebocoran

Setiap perusahaan pengelola yang memiliki sistem distribusi gas, harus memasukkan suatu ketentuan tentang survei kebocoran secara berkala dalam rencana pengoperasian dan pemeliharaan.

**852.21** Jenis survei yang diseleksi harus efektif untuk menentukan ada tidaknya potensi kebocoran yang membahayakan. Beberapa prosedur berikut dapat digunakan :

- a) survei deteksi gas permukaan-tanah;
- b) survei detektor gas bawah permukaan-tanah (meliputi survei *bar hole*);
- c) survei tanaman (vegetasi);
- d) tes drop tekanan;
- e) tes kebocoran gelembung;
- f) tes kebocoran ultrasonik.

Keterangan detail berbagai prosedur survei dan deteksi kebocoran ditunjukkan pada Apendiks M.

**852.22** Tingkatan dan frekuensi survei kebocoran harus ditentukan oleh ciri umum daerah servis, konsentrasi bangunan, umur perpipaan, kondisi sistem, tekanan operasi, dan kondisi lainnya yang diketahui (seperti permukaan tanah menjadi cacat, penurunan, banjir atau kenaikan tekanan operasi) yang amat berpotensi sebagai pemicu suatu bocoran ataupun penyebab gas bocoran mengalir ke suatu area yang dapat menimbulkan kondisi berbahaya. Satu kali survei khusus hendaknya dipertimbangkan segera setelah sistem distribusi gas terekspos pada tegangan yang tidak wajar (seperti gempa bumi atau peledakan). Frekuensi survei kebocoran dapat didasarkan atas pengalaman operasi, penilaian yang benar, dan pengetahuan mengenai sistem. Segera sesudah ditetapkan, frekuensi survey kebocoran harus ditelaah secara berkala untuk menegaskan bahwa frekuensi tersebut masih memadai. Frekuensi survei kebocoran setidak-tidaknya harus memenuhi hal-hal berikut :

- a) Sistem distribusi di daerah perkantoran hendaknya disurvei sekurang-kurangnya sekali setahun. Survei tersebut harus dilaksanakan dengan menggunakan

## 852.2 Leakage surveys

Each operating company having a gas distribution system shall set up in its operating and maintenance plan a provision for the making of periodic leakage surveys on the system.

**852.21** The types of surveys selected shall be effective for determining if potentially hazardous leakage exists. The following are some procedures which may be employed:

- a) surface gas detection surveys;
- b) subsurface gas detector survey (including bar hole surveys);
- c) vegetation surveys;
- d) pressure drop test;
- e) bubble leakage test;
- d) ultrasonic leakage test.

A detailed description of the various surveys and leakage detection procedures is shown in Appendix M.

**852.22** The extent and frequency of the leakage surveys shall be determined by the character of the general service area, building concentration, piping age, system condition, operating pressure, and any other known condition (such as surface faulting, subsidence, flooding, or an increase in operating pressure) which has significant potential to either initiate a leak or to cause leaking gas to migrate to an area where it could result in a hazardous condition. Special one-time surveys should be considered following exposure of the gas distribution system to unusual stresses (such as those resulting from earthquakes or blasting). The leakage survey frequencies shall be based on operating experience, sound judgment, and a knowledge of the system. Once established, frequencies shall be reviewed periodically to affirm that they are still appropriate. The frequencies of the leakage survey shall at least meet the following.

- a) Distribution systems in a principal business district should be surveyed at least annually. Such surveys shall be conducted using a gas detector and shall



detektor gas dan harus menyertakan tes-tes atmosfer yang akan menunjukkan adanya gas pada lubang-lalu-orang, retakan pada trotoar dan tepi jalan, dan pada lokasi lain yang memungkinkan ditemukannya kebocoran gas.

- b) Sistem distribusi bawah tanah yang terletak di luar area yang dicakup butir 852.22(a) hendaknya disurvei sesering mungkin berdasarkan pengalaman, tetapi sekurang-kurangnya sekali dalam lima tahun.

### 852.3 Pemeriksaan Kebocoran dan Penanggulangannya

**852.31** Pengklasifikasian dan Pereparasian Kebocoran. Kebocoran yang ditemukan melalui survei atau pemeriksaan atau keduanya, hendaknya dievaluasi, diklasifikasi, dan dikontrol sesuai dengan kriteria yang dinyatakan oleh M5 Apendiks M. Sebelum mengambil tindakan reparasi apa pun, kebocoran hendaknya di-pinpoint (dilokasikan dengan tepat) tetapi hanya setelah dipastikan bahwa kebocoran tersebut tidak segera menimbulkan bahaya atau telah dikendalikan dengan tindakan-tindakan darurat berikut seperti evakuasi, penutupan area, pengubahan rute lalu lintas, peniadaan sumber penyalan, pembuatan ventilasi, atau penghentian aliran gas. Petunjuk *pinpointing* yang ditentukan pada M6 Apendiks M hendaknya diikuti.

**852.32 Investigasi laporan dari sumber Luar.** Setiap pemberitahuan dari pihak luar (seperti polisi atau pemadam kebakaran, kontraktor, pelanggan, atau publik) yang melaporkan bocoran, ledakan, atau kebakaran, yang mungkin menyangkut pipa penyalur gas atau fasilitas-fasilitas gas lainnya, harus diperiksa dengan segera. Jika investigasi tersebut menunjukkan adanya bocoran, bocoran hendaknya diklasifikasikan, dan tindakan diambil sesuai dengan kriteria M5 Apendiks M.

**852.33 Bau Atau indikasi dari sumber luar.** Jika indikasi kebocoran yang membahayakan (seperti uap bensin, gas alam, gas pembuangan, atau gas rawa) ditemukan berawal dari sumber luar atau

include tests of the atmosphere which will indicate the presence of gas in utility manholes, at cracks in the pavement and sidewalks, and at other locations providing opportunity for finding gas leaks.

- b) The underground distribution system outside the areas covered by (a) above should be surveyed as frequently as experience indicates necessary, but not less than once every 5 years.

### 852.3 Leakage Investigation and Action

**852.31** Leakage Classification and Repair. Leaks located by surveys or investigation, or both, should be evaluated, classified, and controlled in accordance with the criteria set forth in para. M5 of Appendix M. Prior to taking any repair action, leak should be pinpointed but only after it has been established that an immediate hazard does not exist or has been controlled by such emergency actions as evacuation, ventilating, or stopping the flow of gas. The pinpointing guidelines provided in para. M6 of Appendix M should be followed.

**852.32 Investigation of reports from outside sources.** Any notification from an outside source (such as police or fire department, other utility, contractor, customer, or general public) reporting a leak, explosion, or fire, which may involve gas pipelines or other gas facilities, shall be investigated promptly. If the investigation reveals a leak, the leak should be classified and action taken in accordance with the criteria in para. M5 of Appendix M.

**852.33 Odor or indications from foreign sources.** When potentially hazardous leak indications (such as gasoline vapors, natural, sewer, or marsh gas) are found to originate from a foreign source or facility or customer-



fasilitas perpipaan pelanggan, hal ini harus dilaporkan kepada operator fasilitas itu, dan jika perlu, kepada instansi kepolisian, pemadam kebakaran atau instansi pemerintah lainnya. Bila pipa penyalur perusahaan dihubungkan dengan fasilitas luar (seperti perpipaan pelanggan), tindakan yang perlu, seperti pemutusan hubungan atau penutupan aliran gas ke fasilitas, harus dilakukan untuk menghilangkan kemungkinan bahaya potensial.

**852.34 Inspeksi lanjutan.** Selama galian terbuka, kecukupan hasil reparasi kebocoran harus diperiksa dengan menggunakan metode yang dapat diterima. Perimeter daerah kebocoran harus diperiksa dengan detektor gas. Dalam kasus reparasi kebocoran Tingkat 1, seperti didefinisikan Apendiks M, di mana terdapat gas sisa dalam tanah, suatu inspeksi lanjutan hendaknya dilakukan sesegera mungkin setelah membiarkan atmosfer tanah untuk melepas dan menjadi stabil, tetapi tidak boleh lebih dari satu bulan setelah reparasi. Dalam reparasi kebocoran lainnya, perlunya inspeksi lanjutan hendaknya ditentukan oleh personil yang berkualifikasi.

**852.4 Persyaratan untuk meninggalkan, memutuskan hubungan, dan mengoperasikan kembali fasilitas distribusi**

**852.41 Meninggalkan fasilitas distribusi.** Setiap perusahaan pengelola harus memiliki rencana untuk meninggalkan fasilitas yang sudah tidak aktif, seperti pipa servis, pipa induk, saluran kontrol, peralatan, dan perlengkapan yang menurut rencana tidak akan digunakan lagi. Rencana ini harus mencakup ketentuan berikut :

- a) Jika fasilitas ditinggalkan di tempat, maka hubungan fasilitas tersebut secara fisik dengan sistem perpipaan harus diputuskan. Ujung-ujung terbuka dari fasilitas yang ditinggalkan harus ditutup, disumbat, atau disil secara efektif. Perlu atau tidaknya pembilasan fasilitas yang ditinggalkan harus dipertimbangkan untuk mencegah kemungkinan timbulnya bahaya kebakaran dan harus tindakan-tindakan memadai. Meninggalkan fasilitas jangan dianggap selesai, sampai telah dipastikan bahwa volume gas atau

owned piping, they shall be reported to the operator of the facility and, where appropriate, to the police department, fire department, or other governmental agency. When the company's pipeline is connected to a foreign facility (such as the customer's piping), necessary action, such as disconnecting or shutting off the flow of gas to the facility, shall be taken to eliminate the potential hazard.

**852.34 follow-up inspections.** While the excavation is open, the adequacy of leak repairs shall be checked by using acceptable methods. The perimeter of the leak area shall be checked with a gas detector. In the case of a Grade 1 leak repair as defined in Appendix M, where there is residual gas in the ground, a follow-up inspection should be made as soon as practicable after allowing the soil atmosphere to vent and stabilize, but in no case later than 1 month following the repair. In the case of other leak repairs, the need for a follow-up inspection should be determined by qualified personnel.

**852.4 Requirements for abandoning, disconnecting, and reinstating distribution facilities**

**852.41 Abandoning of distribution facilities.** Each operating company shall have a plan for abandoning inactive facilities, such as service lines, mains, control lines, equipment, and appurtenances for which there is no planned use. The plan shall also include the following provisions.

- a) If the facilities are abandoned in place, they shall be physically disconnected from the piping system. The open ends of all abandoned facilities shall be capped, plugged, or otherwise effectively sealed. The need for purging the abandoned facility to prevent the development of a potential combustion hazard shall be considered and appropriate measures taken. Abandonment shall not be completed until it has been determined that the volume of gas or liquid hydrocarbons contained within the



hidrokarbon cair yang terkandung dalam bagian yang akan ditinggalkan tidak membahayakan. Udara atau gas inert dapat digunakan untuk pembilasan, atau fasilitas dapat diisi dengan air atau bahan inert lain (lihat butir 841.275). Jika udara digunakan untuk pembilasan, perusahaan pengelola harus yakin bahwa tidak terdapat campuran mampu-terbakar setelah pembilasan. Pertimbangan harus diberikan pada setiap pengaruh peninggalan tersebut pada suatu sistem perlindungan katodik yang masih aktif dan harus diambil tindakan memadai.

- b) Dalam hal bila sebuah pipa induk ditinggalkan bersama pipa servis yang dihubungkan dengan pipa induk tersebut, sepanjang mengenai pipa servis ini, hanya ujung pipa servis yang ada di tempat pelanggan yang perlu disil seperti ditentukan di atas.
- c) Pipa servis yang ditinggalkan dari pipa induk yang masih aktif hendaknya diputuskan hubungannya sedekat mungkin dengan pipa induk tersebut.
- d) Semua katup yang terdapat dalam segmen yang ditinggalkan hendaknya ditutup. Jika segmen termaksud panjang dan di sana terdapat beberapa katup pipa, hendaknya diambil pertimbangan untuk menyumbat segmen pada jarak-jarak yang tepat.
- e) Semua katup, *risers*, dan *vault* di atas tanah serta tutup boks katup harus disingkirkan. *Vault* dan ruang boks katup harus diisi dengan material pengisi yang sesuai dan dipadatkan.

abandoned section poses no potential hazard. Air or inert gas may be used for purging, or the facility may be filled with water or other inert material (see para. 841.275). If air is used for purging, the operating company shall insure that a combustible mixture is not present after purging. Consideration shall be given to any effects the abandonment may have on an active cathodic protection system and appropriate action taken.

- b) In cases where a main is abandoned, together with the service lines connected to it, insofar as service lines are concerned, only the customer's end of such service lines need be sealed as stipulated above.
- c) Service lines abandoned from the active mains should be disconnected as close to the main as practicable.
- d) All valves left in the abandoned segment should be closed. If the segment is long and there are few line valves, consideration should be given to plugging the segment at intervals.
- e) All above-grade valves, risers, and vault and valve box covers shall be removed. Vault and valve box voids shall be filled with suitable compacted backfill material.



**852.42 Fasilitas yang diputuskan sementara hubungannya.** Kapan saja pelayanan kepada pelanggan dihentikan buat sementara, salah satu dari yang berikut ini harus dipenuhi :

- a) Katup yang ditutup untuk mencegah aliran gas ke pelanggan harus dilengkapi alat pengunci atau alat lainnya yang didesain untuk mencegah katup dibuka oleh orang-orang selain petugas perusahaan pengelola yang berwenang.
- b) Servis atau fitting mekanis yang dapat mencegah aliran gas harus dipasang pada pipa servis atau perangkat pengukur.
- c) Perpipa-an pelanggan harus diputuskan hubungannya secara fisik dari suplai gas dan ujung-ujung pipa terbuka harus disil.

**852.43 Persyaratan uji untuk pengoperasian kembali pipa servis yang ditinggalkan dan diputuskan sementara hubungannya.** Fasilitas yang sebelumnya ditinggalkan harus diuji dengan cara yang sama seperti fasilitas baru sebelum dioperasikan kembali. Pipa servis yang sebelumnya di-tinggalkan harus dites seperti pipa servis baru sebelum dioperasikan kembali.

Pipa servis yang diputuskan sementara hubungannya karena pembaharuan pipa induk atau pekerjaan terencana lainnya harus dites mulai dari titik pemutusan hubungan sampai ke katup pipa servis dengan cara yang sama seperti pipa servis baru sebelum dihubungkan kembali, kecuali:

- a) Jika ketentuan untuk menjaga kesinambungan servis dibuat, seperti pemasangan *by-pass*, setiap porsi pipa servis asli yang digunakan untuk menjaga kesinambungan servis tidak perlu dites; atau
- b) Jika pipa servis sudah didesain, dipasang, dites, dan dipelihara sesuai dengan persyaratan standar ini.

**852.42 Temporarily disconnected service.** Whenever service to a customer is temporarily discontinued, one of the following shall be complied with:

- a) The valve that is closed to prevent the flow of gas to the customer shall be provided with a locking device or other means designed to prevent the opening of the valve by persons other than those authorized by the operating company.
- b) A mechanical service or fitting that will prevent the flow of gas shall be installed in the service line or in the meter assembly.
- (c) The customer's piping shall be physically disconnected from the gas supply and the open pipe ends sealed.

**852.43 Test requirements for reinstating abandoned facilities and temporarily disconnected service lines.** Facilities previously abandoned shall be tested in the same manner as new facilities before being reinstated.

Service lines previously abandoned shall be tested in the same manner as new service lines before being reinstated.

Service lines temporarily disconnected because of main renewals or other planned work shall be tested from the point of disconnection to the service line valve in the same manner as new service lines before reconnecting, except:

- a) when provisions to maintain continuous service are made, such as by installation of a bypass, any portion of the original service line used to maintain continuous service need not be tested; or
- b) when the service line has been designed, installed, tested, and maintained in accordance with the requirements of this Code.



**852.5 Pemeliharaan pipa plastik****852.51 Penjepitan dan pembukaan kembali tubing dan pipa termoplastik untuk maksud pengendalian tekanan.**

- a) Sebelum pipa dan tubing termoplastik dijepit dan dibuka kembali, disyaratkan melakukan pemeriksaan dan pengetesan untuk menentukan bahwa tipe, *grade*, ukuran, dan tebal dinding tertentu dari pipa atau tubing yang proses pembuatannya sama dapat dijepit dan dibuka kembali tanpa mengakibatkan kegagalan sewaktu penjepitan dan pembukaan kembali di bawah kondisi yang berlaku.
- b) Setelah memenuhi butir 852.51(a), kapan saja pipa dan tubing termoplastik dijepit dan dibuka kembali, disyaratkan bahwa :
  - 1) pekerjaan yang telah dilakukan dengan peralatan dan prosedur yang ditetapkan dan dibuktikan melalui tes dapat dioperasikan dengan aman dan efektif;
  - 2) area pipa atau tubing yang dijepit atau dibuka kembali diperkuat sesuai dengan ketentuan butir 852.52, kecuali jika telah ditentukan melalui pemeriksaan dan tes bahwa penjepitan dan pembukaan kembali tidak secara berarti berpengaruh terhadap sifat-sifat pipa atau tubing dalam jangka panjang.
- c) Penjepitan dan pembukaan-kembali harus dilakukan sesuai dengan ASTM F 1041, *Standard Guide for Squeeze-Off of Polyolefin Gas Pressure Pipe*; dan ASTM F 1563, *Standard Specification for Tools to Squeeze-off PE Gas or Tubing*.
- d) Mengacu pada Appendix C untuk daftar yang berhubungan dengan standar ASTM dan literatur industri.

**852.52 Reparasi pipa atau tubing plastik.**

Jika pada suatu saat ditemukan, alur, *gouge*, atau penyok yang merusak pipa atau tubing plastik, bagian yang rusak atau cacat harus diganti kecuali jika dilakukan reparasi yang

**852.5 Plastic pipe maintenance****852.51 Squeezing-off and reopening of thermoplastic pipe and tubing for pressure control purposes**

- a) Before thermoplastic pipe and tubing is squeezed-off and reopened, it is required that investigations and tests be made to determine that the particular type, grade, size, and wall thickness of pipe or tubing of the same manufacture can be squeezed-off and reopened without causing failure under the conditions which will prevail at the time of the Squeezing-off and reopening.
- b) After compliance with (a) above, whenever thermoplastic pipe or tubing is squeezed-off and reopened, it is required that:
  - 1) the work be done with equipment and procedures that have been established and proven by test to be capable of performing the operation safely and effectively;
  - 2) the squeezed-off and reopened area of the pipe or tubing be reinforced in accordance with the appropriate provisions of para. 852.52, unless it has been determined by investigation and test that squeezing-off and reopening does not significantly affect the long-term properties of the pipe or tubing.
- c) Squeeze-off and reopening shall be done in accordance with ASTM F 1041, *Standard Guide for Squeeze-Off of Polyolefin Gas Pressure Pipe*; and ASTM F 1563, *Standard Specification for Tools to Squeeze-off PE Gas or Tubing*.
- d) Refer to Appendix C for a list of other pertinent ASTM Standards and industry literature.

**852.52 Repair of plastic pipe or tubing.**

If at any time an injurious defect, groove, gouge, or dent is found in plastic pipe or tubing, the damaged or defective section shall be replaced unless satisfactory repairs



memuaskan. Reparasi harus dilakukan sesuai dengan prosedur berkualifikasi yang telah ditetapkan dan dibuktikan melalui tes dan sesuai dengan yang berikut ini.

- a) Rekomendasi dari pemanufaktur pipa plastik harus dipertimbangkan saat menentukan jenis reparasi yang akan dilakukan. Pertimbangan khusus harus diberikan terhadap tingkat kerusakan fiber dalam kasus pipa plastik *thermosetting*.
- b) Jika tambalan atau selongsong melingkar-penuh digunakan, tambalan atau selongsong harus melebar dan memanjang  $\frac{1}{2}$  inci di luar area yang rusak.
- c) Jika selongsong belah melingkar-penuh digunakan, garis penyambung antara belahan-belahan selongsong harus terletak sejauh mungkin dari cacat, tapi tidak boleh lebih dekat dari  $\frac{1}{2}$  inci. Tindakan memadai harus diambil sebelumnya untuk memastikan adanya kesesuaian yang pas pada longitudinal seam.
- d) Material penambal atau selongsong harus memiliki tipe dan *grade* yang sama seperti pipa atau tubing yang sedang direparasi. Tebal dinding penambal atau selongsong harus paling sedikit sama dengan tebal dinding pipa atau tubing.
- e) Metode pemaatan tambalan atau selongsong harus serasi dengan material dan harus memenuhi ketentuan butir 842.392 yang berlaku. Tindakan harus diambil sebelumnya untuk memastikan adanya kesesuaian yang pas dan ikatan yang sempurna antara tambalan atau selongsong pada pipa yang direparasi. Tambalan atau selongsong harus diklem atau ditahan di tempat dengan alat lain yang sesuai selama berlangsungnya setting atau *curing* dari bahan pengikat atau selama pengerasan ikatan fusi-panas. Kelebihan semen pelarut harus dibuang dari pinggiran tambalan atau selongsong.

## 852.6 Rekaman pemeliliraan perpipa

**852.61** Jika porsi atau bagian manapun

are made. Repairs shall be made in accordance with qualified procedures which have been established and proven by test and in accordance with the following.

- a) The recommendations of the plastic manufacturer shall be taken into consideration when determining the type of repair to be made. Special consideration shall be given to the extent of fiber damage in the case of thermosetting plastic pipe.
- b) If a patch or full encirclement sleeve is used, it shall extend at least  $\frac{1}{2}$  in. beyond the damaged area.
- c) If a full encirclement split sleeve is used, the joining line between the halves of the sleeve shall be as far as possible from the defect, but in no case closer than  $\frac{1}{2}$  in. Suitable precautions shall be taken to assure a proper fit at the longitudinal seam.
- d) The patch or sleeve material shall be the same type and grade as the pipe or tubing being repaired. Wall thickness of the patch or sleeve shall be at least equal to that of the pipe or tubing.
- e) The method of attachment of the patch or sleeve shall be compatible with the material and shall conform to the applicable provisions of para. 842.392. Precautions shall be taken to assure a proper fit and a complete bond between the patch or sleeve and the pipe being repaired. The patch or sleeve shall be clamped or held in place by other suitable means during the setting or curing of the bonding material or during the hardening of a heat-fusion bond. Excess solvent cement shall be removed from the edges of the patch or sleeve.

## 852.6 Piping maintenance records

**852.61** Whenever any portion or section of



sistem perpipaan distribusi bawah tanah yang telah ada dibongkar atau dibuka untuk maksud pengoperasian atau pemeliharaan atau pun untuk pemasangan fasilitas baru, informasi berikut harus direkod :

- a) kondisi permukaan pipa telanjang jika terkena korosi lubang atau korosi merata;
- b) kondisi permukaan pipa dan pelapis perlindungan bila pelapis telah mengalami deteriorasi sehingga pipa di bagian bawahnya terkorosi;
- c) setiap pelapis perlindungan yang rusak;
- d) setiap pereparasian yang dilakukan.

**852.62** Kapan saja fasilitas besi tuang yang pecah dibongkar, maka penyebab pecah, seperti efek termal, pengurukan, atau pekerjaan konstruksi yang dilakukan pihak lain, harus direkod jika penyebabnya dapat ditentukan.

**852.63** Rekod kondisi perpipaan distribusi harus dianalisa secara berkala. Setiap tindakan perbaikan yang diusulkan pada sistem perpipaan tersebut harus direkod.

## **852.7 Pemeliharaan pipa besi cor**

**852.71** Setiap sambungan bell dan spigot besi cor yang didempul yang beroperasi pada tekanan 25 psig atau lebih yang diekspos untuk alasan apa pun, harus disil dengan klem kebocoran mekanis atau dengan suatu material atau alat yang tidak menurunkan fleksibilitas sambungan serta mensil dan mengikatnya secara permanen.

**852.72** Setiap sambungan bell dan spigot besi cor didempul yang beroperasi pada tekanan kurang dari 25 psig yang diekspos untuk alasan apa pun harus disil dengan suatu cara lain dan bukan dengan pendempulan.

**852.73** Jika bagian pipa besi cor diekspos untuk alasan apa pun, suatu inspeksi harus dilakukan untuk mengetahui adanya grafitisasi. Jika ditemukan grafitisasi yang mengganggu, segmen yang terkena harus diganti.

**852.74** Jika suatu perusahaan pengelola telah mengetahui bahwa penyangga suatu segmen pipa penyalur besi cor yang tertanam mengalami gangguan, maka :

an existing underground distribution piping system is uncovered for operating or maintenance purposes or for the installation of new facilities, the following information shall be recorded:

- a) the condition of the surface of bare pipe, if pitted or generally corroded;
- b) the condition of the pipe surface and of the protective coating where the coating has deteriorated to the extent that the pipe is corroding underneath;
- c) any damaged protective coating;
- d) any repairs made.

**852.62** Whenever broken cast iron facilities are uncovered, the cause of breakage, such as thermal effect, backfill, or construction by others, shall be recorded if it can be determined.

**852.63** Distribution piping condition records shall be analyzed periodically. Any indicated remedial action on the piping system shall be taken and recorded.

## **852.7 Cast iron pipe maintenance**

**852.71** Each cast iron caulked bell and spigot joint operating at pressures of 25 psig or more which is exposed for any reason must be sealed with a mechanical leak clamp or a material or device which does not reduce the flexibility of the joint and permanently seals and bonds.

**852.72** Each cast iron caulked bell and spigot joint operating at pressures of less than 25 psig which is exposed for any reason must be sealed by a means other than caulking.

**852.73** When a section of cast iron pipe is exposed for any reason, an inspection shall be made to determine if graphitization exists. If detrimental graphitization is found, the affected segment must be replaced.

**852.74** When an operating company has knowledge that the support for a segment of a buried cast iron pipeline is disturbed:



- a) segmen pipa penyalur harus dilindungi terhadap kerusakan berdasarkan kebutuhan selama terjadi gangguan.
- b) tindakan memadai harus diambil sesegera mungkin untuk melindungi secara permanen segmen yang terganggu dari kerusakan yang mungkin terjadi akibat beban eksternal.

### 853 Pemeliharaan fasilitas lainnya

#### 853.1 Pemeliharaan stasiun kompresor

**853.11 Kompresor dan penggerak utama.** Prosedur memulai, operasi, dan *shutdown* untuk semua unit kompresor gas harus ditetapkan oleh perusahaan pengelola. Perusahaan pengelola harus mengambil tindakan memadai untuk melihat bahwa praktek yang telah disetujui dipatuhi.

**853.12 Inspeksi dan pengetesan katup pelepas.** Semua piranti pelepas tekanan pada stasiun kompresor harus diinspeksi atau dites, atau kedua-duanya sesuai dengan butir 853.3 dan semua piranti kecuali *rupture disks* harus dioperasikan secara berkala untuk memastikan bahwa piranti terbuka pada tekanan yang disetel dengan benar. Setiap kali ditemukan peralatan yang rusak atau kurang memenuhi persyaratan, maka harus segera direparasi atau diganti. Semua piranti *shutdown* yang dikendalikan dari jarak jauh harus diinspeksi dan dites sekurang-kurangnya sekali setahun untuk memastikan piranti berfungsi dengan baik.

**853.13 Reparasi perpipaan stasiun kompresor.** Semua reparasi yang telah dijadwalkan untuk perpipaan stasiun kompresor yang beroperasi pada tingkat tegangan melingkar pada 40% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih harus dilaksanakan sesuai dengan butir 851.3, kecuali penggunaan tambalan berlas tidak diperbolehkan. Pengetesan hasil reparasi harus dilakukan sesuai dengan butir 851.4.

**853.14 Pengisolasian peralatan untuk pemeliharaan atau alterasi.** Perusahaan pengelola harus menetapkan prosedur pemisahan unit atau bagian perpipaan untuk keperluan pemeliharaan serta untuk pembilasan sebelum unit tersebut

- a) that segment of the pipeline must be protected as necessary against damage during the disturbance;
- b) as soon as possible, appropriate steps must be taken to provide permanent protection for the disturbed segment from damage that might result from external loads.

### 853 Miscellaneous facilities maintenance

#### 853.1 Compressor station maintenance

**853.11 Compressors and prime movers.** The starting, operating, and shutdown procedures for all gas compressor units shall be established by the operating company. The operating company shall take appropriate steps to see that the approved practices are followed.

**853.12 Inspection and testing of relief valves.** All pressure relieving devices in compressor stations shall be inspected or tested, or both, in accordance with para. 853.3 and all devices except rupture disks shall be operated periodically to determine that they open at the correct set pressure. Any defective or in adequate equipment found shall be promptly repaired or replaced. All remote control shutdown devices shall be inspected and tested at least annually to determine that they function properly.

**853.13 Repairs to compressor station piping.** All scheduled repairs to compressor station piping operating at hoop stress levels at or above 40% of the specified minimum yield strength shall be done in accordance with para. 851.3, except that the use of a welded patch is prohibited. Testing repairs shall be done in accordance with para. 851.4.

**853.14 Isolation of equipment for maintenance or alterations.** The operating company shall establish procedures for isolation of units or sections of piping for maintenance, and for purging prior to returning units to service, and shall follow



dioperasikan kembali, dan dalam hal apa pun harus selalu mengikuti prosedur yang ditetapkan.

**853.15** Penyimpanan bahan mudah-terbakar. Semua material mudah-menyala atau mudah-terbakar yang jumlahnya melebihi keperluan setiap harinya atau selain dari bahan yang biasanya digunakan dalam bangunan kompresor, harus disimpan di dalam bangunan tersendiri yang terbuat dari material tahan api dan jaraknya cukup jauh dari bangunan kompresor. Semua tangki penyimpanan minyak atau bensin yang terletak di atas permukaan tanah harus dilindungi sesuai dengan ANSI/NFPA 30.

**853.16 Perawatan dan pengujian deteksi gas dan sistem alarm.** Masing-masing gas deteksi dan sistem alarm diperlukan oleh kode ini harus dirawat untuk berfungsi secara dapat dipercaya. Operator harus membangun prosedur perawatan dan kalibrasi untuk pemeriksaan berkala integritas dari operasional gas detektor dan sistem alarm yang diinstalasi.

**853.2** Prosedur pemeliharaan *holder* tipe pipa atau tipe botol pada kondisi operasi aman

**853.21** Setiap perusahaan pengelola yang memiliki *holder* tipe pipa atau tipe botol harus menyiapkan dan menempatkan dalam file-nya suatu rencana untuk inspeksi dan pengetesan fasilitas secara rutin dan sistematis yang mempunyai ketentuan berikut.

**853.211** Prosedur yang ada harus diikuti untuk memungkinkan pendeteksian korosi eksternal sebelum kekuatan kontainer tersebut berkurang.

**853.212** Pengambilan sampel dan pengetesan gas yang disimpan secara berkala akan dilakukan untuk menentukan titik embun uap yang terkandung dalam gas yang tersimpan yang dapat mengakibatkan korosi internal atau mengganggu keamanan operasi bangunan penyimpanan.

**853.213** Peralatan pengontrol tekanan dan pembatas tekanan akan diinspeksi dan dites

these established procedures in all cases.

**853.15** Storage of combustible materials. All flammable or combustible materials in quantities beyond those required for everyday use or other than those normally used in compressor buildings shall be stored in a separate structure built of noncombustible material located a suitable distance from the compressor building. All aboveground oil or gasoline storage tanks shall be protected in accordance with ANSI/NFPA 30.

**853.16 Maintenance and testing of gas detection and alar systems.** Each gas detection and alarm system required by this Code shall be maintained to function reliably. The operator shall develop maintenance and calibration procedures to periodically verify the operational integrity of the gas detectors and alarm systems installed.

**853.2** Procedures for maintaining pipe-type and bottle-type holders in safe operating condition

**853.21** Each operating company having a pipe-type or bottle-type holder shall prepare and place in its files a plan for the systematic, routine inspection and testing of the facilities which has the following provisions.

**853.211** Procedures shall be followed to enable the detection of external corrosion before the strength of the container has been impaired.

**853.212** Periodic sampling and testing of gas in storage will be made to determine the dew point of vapors contained in the stored gas that might cause internal corrosion or interfere with the safe operations of the storage plant.

**853.213** The pressure control and pressure limiting equipment will be inspected and



secara berkala untuk melihat apakah alat tersebut layak dioperasikan dan memiliki kapasitas yang cukup.

**853.22** Setiap perusahaan pengelola, yang telah menyiapkan rancangan seperti yang ditentukan butir 853.21, harus mengikuti rancangan dan menyimpan rekod yang merinci inspeksi dan pengetesan yang telah dilakukan serta kondisi yang ditemukan.

**853.23** Semua kondisi yang tidak memuaskan harus segera dikoreksi.

### **853.3 Pemeliharaan stasiun pembatas dan pengatur tekanan**

**853.31** Semua stasiun pembatas tekanan, piranti pelepas, dan stasiun serta peralatan pengatur tekanan lainnya harus menjalani inspeksi dan tes secara sistematis dan berkala, atau ditelaah untuk memastikan bahwa peralatan tersebut:

a) dalam kondisi mekanis yang baik. Inspeksi visual harus dilakukan untuk menentukan bahwa peralatan terpasang dengan baik dan dilindungi dari debu, cairan, atau kondisi lain yang dapat menghalangi pengoperasian yang wajar. Hal berikut ini harus termasuk dalam inspeksi bila sesuai :

- 1) penyangga perpipaan stasiun, lubang, dan *vaults* untuk kondisi umum dan indikasi adanya penurunan tanah. Lihat butir 853.5 untuk pemeliharaan vaults;
- 2) pintu dan gerbang stasiun serta tutup lubang *vaults* untuk meyakinkan alat itu bekerja baik dan aksesnya mencukupi serta bebas rintangan;
- 3) alat ventilasi dalam bangunan stasiun atau *vaults* untuk mengetahui apakah alat tersebut bekerja dengan baik dan apakah terdapat akumulasi air, atau rintangan lainnya;
- 4) saluran kontrol, sensor, dan suplai untuk kondisi yang mengakibatkan kegagalan;
- 5) semua alat pengunci untuk mengetahui apakah alat tersebut bekerja dengan baik;
- 6) skematik stasiun untuk pembenaran.

b) cukup ditinjau dari segi kapasitas dan keandalan operasinya untuk pelayanan di

tested periodically to see if it is in a safe operating condition and has adequate capacity.

**853.22** Each operating company, having prepared such a plan as prescribed in para. 853.21, shall follow the plan and keep records which detail the inspection and testing work done and the conditions found.

**853.23** All unsatisfactory conditions found shall be promptly corrected.

### **853.3 Maintenance of pressure limiting and pressure regulating stations**

**853.31** All pressure limiting stations, relief devices, and other pressure regulating stations and equipment shall be subject to systematic, periodic inspections and suitable tests, or reviewed to determine that they are:

a) in good mechanical condition. Visual inspections shall be made to determine that equipment is properly installed and protected from dirt, liquids, or other conditions that might prevent proper operation. The following shall be included in the inspection where appropriate:

- 1) station piping supports, pits, and vaults for general condition and indications of ground settlement. See para. 853.5 for vault maintenance.
- 2) station doors and gates and pit vault covers to insure that they are functioning properly and that access is adequate and free from obstructions;
- 3) ventilating equipment installed in station buildings or vaults for proper operation and for evidence of accumulation of water, ice, snow, or other obstructions;
- 4) control, sensing, and supply lines for conditions which could result in a failure;
- 5) all locking devices for proper operation;
- 6) station schematics for correctness.

b) adequate from the standpoint of capacity and reliability of operation for the service



mana peralatan tersebut digunakan dan disetel untuk berfungsi pada tekanan yang benar.

- 1) Jika operasi yang dapat diterima tidak tercapai selama pengecekan operasional, penyebab kegagalannya harus ditentukan dan komponen yang bersangkutan harus distel, direparasi, atau diganti sebagaimana diperlukan. Sesudah direparasi, komponen harus diperiksa ulang untuk mengetahui kesempurnaan operasinya.
- 2) Sekurang-kurangnya sekali setahun, harus diadakan telaah untuk menjamin agar kombinasi kapasitas piranti pelepas pada sistem perpipaan atau fasilitas cukup untuk membatasi tekanan pada setiap waktu pada nilai yang dijelaskan oleh Standar. Telaah ini harus didasarkan pada kondisi operasi yang menciptakan persyaratan mungkin-maksimum untuk kapasitas pelepasan dalam setiap hal, walaupun kondisi operasi seperti ini sebenarnya jarang terjadi, atau hanya untuk waktu yang pendek atau sekali gus jarang dan dalam waktu yang pendek. Jika terbukti bahwa alat pelepas tidak mencukupi kapasitasnya, harus diambil langkah-langkah untuk memasang alat baru atau alat tambahan guna menyediakan kapasitas yang cukup.

**853.32** Jika kondisi abnormal terjadi pada piranti pengontrol tekanan atau aliran, kejadian ini harus diperiksa dan suatu keputusan harus dibuat tentang perlunya inspeksi, reparasi, atau keduanya. Kondisi abnormal dapat mencakup bodi regulator yang mengalami kondisi servis yang erosif atau kontaminasi yang berasal dari kegiatan konstruksi hulu dan pengetesan hidrostatik.

#### **853.33**

- a) Suatu inspeksi atau tes, atau keduanya, pada katup stop harus dilakukan untuk memastikan bahwa katup akan beroperasi dan berada dalam posisi yang benar. (Harus berhati-hati untuk mencegah efek yang tidak diinginkan pada tekanan sewaktu pengecekan

in which they are employed and set to function at the correct pressure.

- 1) If acceptable operation is not obtained during the operational check, the cause of the malfunction shall be determined and the appropriate components shall be adjusted, repaired, or replaced as required. After repair, the component shall again be checked for proper operation.
- 2) at least once each calendar year, a review shall be made to ensure that the combined capacity of the relief devices on a piping system or facility is adequate to limit the pressure at all times to values prescribed by the Code. This review should be based on the operating conditions that create the maximum probable requirement for relief capacity in each case, even though such operating conditions actually occur infrequently, or for only short periods of time, or both. If it is determined that the relieving equipment is of insufficient capacity, steps shall be taken to install new or additional equipment to provide adequate capacity.

**853.32** Whenever abnormal conditions are imposed on pressure or flow control devices, the incident shall be investigated and a determination made as to the need for inspection or repairs, or both. Abnormal conditions may include regulator bodies which are subjected to erosive service conditions or contaminants from upstream construction and hydrostatic testing.

#### **853.33**

- a) An inspection or test, or both, of stop valves shall be made to insure that the valves will operate and are correctly positioned. (Caution shall be used to avoid any undesirable effect on pressure during operational checks.) The following shall be included in the inspection or test,



operasional). Hal-hal berikut harus tercakup dalam inspeksi atau tes, atau keduanya

- 1) katup *inlet*, *outlet*, dan *by-pass* stasiun;
- 2) katup pengisolasi piranti pelepas;
- 3) katup pipa kontrol, sensor, dan suplai.

b) Prosedur inspeksi final harus mencakup hal berikut:

- 1) pengecekan terhadap kebenaran posisi semua katup. Perhatian khusus harus diberikan pada katup *by-pass* stasiun regulator, katup pengisolasi piranti pelepas, dan katup di dalam saluran kontrol, sensor, dan pipa suplai.
- 2) mengembalikan semua alat pengunci dan pengaman ke posisi yang tepat.

#### 853.34

- a) setiap sistem distribusi yang disuplai lebih dari satu stasiun pengatur tekanan distrik harus dilengkapi dengan telemetering atau pengukur tekanan rekaman untuk menunjukkan tekanan gas dalam distrik.
- b) Pada sistem distribusi yang disuplai stasiun pengatur tekanan distrik tunggal, perusahaan pengelola harus menentukan perlu tidaknya memasang pengukur termaksud. Dalam membuat keputusan ini, perusahaan pengelola harus mempertimbangkan kondisi pengoperasian seperti jumlah pelanggan yang disuplai, tekanan operasi, kapasitas instalasi, dan lain-lainnya.
- c) jika terdapat indikasi tekanan rendah atau tinggi yang abnormal, regulator dan alat bantu harus diinspeksi dan harus diambil langkah-langkah yang diperlukan untuk membetulkan setiap kondisi pengoperasian yang tidak memuaskan tersebut. Inspeksi berkala stasiun pengatur tekanan distrik tunggal yang memadai yang tidak dilengkapi dengan telemetering atau pengukur rekaman harus dilakukan untuk menentukan bahwa peralatan pengatur tekanan berfungsi dengan baik.

#### 853.4 Pemeliharaan katup

**853.41** Katup pipa penyalur yang akan

or both:

- 1) station inlet, outlet, and bypass valves;
- 2) relief device isolating valves;
- 3) control, sensing, and supply line valves.

b) The final inspection procedure shall include the following:

- 1) a check for proper position of all valves. Special attention shall be given to regulator station bypass valves, relief device isolating valves, and valves in control, sensing, and supply lines.
- 2) restoration of all locking and security devices to proper position.

#### 853.34

- a) Every distribution system supplied by more than one district pressure regulating station shall be equipped with telemetering or recording pressure gages to indicate the gas pressure in the district.
- b) On distribution systems supplied by a single district pressure regulating station, the operating company shall determine the necessity of installing such gages in the district. In making this determination, the operating company shall take into consideration the operating conditions such as the number of customers supplied, the operating pressures, the capacity of the installation, etc.
- c) If there are indications of abnormal high or low pressure, the regulator and the auxiliary equipment shall be inspected and the necessary measures shall be employed to rectify any unsatisfactory operating conditions. Suitable periodic inspections of single district pressure regulation stations not equipped with telemetering or recording gages shall be made to determine that the pressure regulating equipment is functioning properly.

#### 853.4 Valve maintenance

**853.41** Pipeline valves that would be



dioperasikan selama keadaan darurat, harus diinspeksi secara berkala dan dioperasikan secara parsial paling sedikit sekali setahun untuk mendapatkan kondisi operasi yang aman dan sempurna.

a) Prosedur pemeliharaan rutin untuk katup harus menyertakan antara lain hal-hal berikut :

- 1) pelaksanaan servis katup sesuai dengan prosedur tertulis oleh personil yang cukup terlatih;
- 2) peta sistem yang akurat untuk digunakan selama kondisi rutin atau keadaan darurat;
- 3) pengamanan katup untuk mencegah gangguan dalam servis, kerusakan, dan lain-lain, sebagaimana disyaratkan;
- 4) program pelatihan karyawan, untuk memberikan pemahaman kepada personil tentang prosedur pemeliharaan katup dengan benar.

b) Prosedur pemeliharaan katup dalam keadaan darurat termasuk :

- 1) rancangan tak terduga yang tertulis yang akan diikuti selama berbagai keadaan darurat;
- 2) pelatihan personil untuk mengantisipasi semua bahaya potensial;
- 3) penyiapan perkakas dan peralatan yang dibutuhkan termasuk alat bantu pernapasan untuk memenuhi keperluan servis dan/atau pemeliharaan katup dalam keadaan darurat.

**853.42 Katup sistem distribusi.** Katup, yang penggunaannya diperlukan untuk mendapatkan pengoperasian sistem pendistribusian gas yang aman, harus dicek dan diservis, termasuk pelumasan bila diperlukan, dalam selang waktu yang cukup untuk mendapatkan pengoperasian yang memuaskan. Inspeksi harus mencakup pengecekan pelurusan untuk memungkinkan penggunaan kunci atau kunci Inggris dan pembersihan kotoran dari *vault* atau boks katup yang dapat menghalangi atau menunda pengoperasian katup. Peta sistem yang menunjukkan lokasi katup hendaknya disediakan.

**853.43 Katup pipa servis.** Katup penutup

required to be operated during an emergency shall be inspected periodically and partially operated at least once a year to provide safe and proper operating conditions.

a) Routine valve maintenance procedures shall include, but not be limited to, the following:

- 1) servicing in accordance with written procedures by adequately trained personnel;
- 2) accurate system maps for use during routine or emergency conditions;
- 3) valve security to prevent service interruptions, tampering, etc., as required;
- 4) employee training programs to familiarize personnel with the correct valve maintenance procedures.

b) Emergency valve maintenance procedures include:

- 1) written contingency plans to be followed during ally type emergency.
- 2) training personnel to anticipate all potential hazards,
- 3) finishing tools and equipment as required, including auxiliary breathing equipment, to meet anticipated emergency valve servicing and/or maintenance requirements.

**853.42 Distribution system valves.**

Valves, the use of which may be necessary for the safe operation of a gas distribution system, shall be checked and serviced, including lubrication where necessary, at sufficiently frequent intervals to assure their satisfactory operation. Inspection shall include checking of alignment to permit use of a key or wrench and clearing from the valve box or vault any debris which would interfere with or delay the operation of the valve. System maps showing valve location should be available.

**853.43 Service line valves.** Outside



luar yang dipasang dalam pipa servis yang mensuplai gas ke gedung-gedung pertemuan umum seperti gedung bioskop, gereja, sekolah, dan rumah sakit harus diinspeksi dan diberi pelumas bila diperlukan pada selang waktu yang cukup untuk mendapatkan pengoperasian yang memuaskan. Penginspeksian harus menentukan apakah katup mudah dicapai dan pelurusannya memuaskan, dan apakah boks katup atau vault, jika digunakan, berisi kotoran yang akan menghalangi atau menunda operasi katup. Kondisi-kondisi tidak memuaskan yang ditemui harus dikoreksi.

**853.44 Rekaman katup.** Rekod penentuan letak katup yang dicakup butir 853.41 dan 853.42 harus disimpan. Rekod tersebut boleh disimpan dalam map operasi atau file tersendiri, dan informasi dalam rekod ini harus mudah didapat oleh personil yang memerlukannya agar dapat memberikan tanggapan terhadap keadaan darurat.

**853.45 Pencegahan dari pengoperasian yang tidak sengaja.** Tindakan harus diambil sebelumnya untuk mencegah pengoperasian yang tidak sengaja pada katup yang dicakup oleh butir 853.41 dan 853.42. Pengoperasian katup yang tidak sengaja oleh personil perusahaan gas dan publik hendaknya dipertimbangkan dalam melakukan tindakan pencegahan ini. Beberapa tindakan yang direkomendasikan yang harus dilakukan, bila dapat dilaksanakan, adalah sebagai berikut :

- a) Mengunci katup-katup pada setting atas tanah yang mudah dicapai publik, yang tidak dibatasi oleh bangunan atau pagar.
- b) Mengunci katup-katup yang berlokasi dalam *vault*, jika mudah dicapai publik.
- c) Menandai katup dengan label, kode warna, atau cara penandaan lain yang sesuai.

shutoff valves installed in service lines supplying places of public assembly, such as theatres, churches, schools, and hospitals, shall be inspected and lubricated where required at sufficiently frequent intervals to assure their satisfactory operation. The inspection shall determine if the valve is accessible, if the alignment is satisfactory, and if the valve box or vault, if used, contains debris which would interfere with or delay the operation of the valve. Unsatisfactory conditions encountered shall be corrected.

**853.44 Valve records.** A record shall be maintained for locating valves covered by paras. 853.41 and 853.42. These records may be maintained on operating maps, separate files, or summary sheets, and the information on these records shall be readily accessible to personnel required to respond to emergencies.

**853.45 Prevention of accidental operation.** Precautions shall be taken to prevent accidental operation of any valve covered by paras. 853.41 and 853.42. Accidental valve operation by gas company personnel and the general public should be considered in taking these precautions. Some recommended actions to be taken, where applicable, are as follows.

- a) Lock valves in aboveground settings readily accessible to the general public, that are not enclosed by a building or fence.
- b) Lock valves located in vaults, if accessible to the general public.
- c) Identify the valve by tagging, color coding, or any other suitable means of identification.



**853.5 Pemeliharaan vault**

Setiap *vault* yang di dalamnya terdapat stasiun pembatas tekanan, pelepas tekanan atau pengukur tekanan harus diinspeksi untuk menentukan kondisinya setiap kali peralatan yang terdapat dalam vault tersebut diinspeksi dan dites sesuai dengan butir 853.3. Untuk setiap *vault* yang bisa dimasuki personil, atmosfer di dalamnya harus dites terhadap gas mampu-terbakar. Jika atmosfernya berbahaya, sumber penyebabnya harus ditemukan.

*Vault* harus diinspeksi untuk mengetahui kecukupan ventilasi. Kondisi tutup *vault* harus diperiksa secara cermat untuk mengetahui apakah kondisinya membahayakan. Kondisi-kondisi yang tidak memuaskan yang ditemukan harus dikoreksi. Ketentuan yang berlaku pada butir 821.6 harus dipenuhi sebelum pengelasan dilakukan dalam *vault*. Pekerjaan pemeliharaan yang dilakukan di dalam *vault* harus sesuai dengan prosedur yang dibuat berdasarkan butir 850.2(a) dengan memberikan pertimbangan khusus pada pemantauan atmosfer serta perlindungan keselamatan kerja personil dalam *vault*.

**854 Kelas lokasi operasi dan perubahan-perubahan dalam jumlah bangunan yang dimaksudkan untuk hunian manusia****854.1**

- a) Pipa penyalur atau pipa induk baja yang telah ada, yang beroperasi pada tegangan melingkar melebihi 40% kuat luluh minimum spesifikasi harus diawasi untuk menentukan apakah ada bangunan tambahan untuk tempat hunian telah didirikan. Jumlah seluruh bangunan yang dimaksudkan untuk hunian manusia harus dihitung untuk menentukan Lokasi Kelas yang sekarang sesuai dengan prosedur yang dispesifikasikan butir 840.22(a) dan (b).
- b) Sesuai dengan prinsip yang dinyatakan butir 840. 1 (b), dan dengan pengetahuan bahwa indeks kepadatan populasi bukan cara yang tepat atau mutlak dalam

**853.5 Vault maintenance**

Each vault housing a pressure limiting, pressure relief, or pressure regulating station shall be inspected to determine its condition each time the equipment is inspected and tested in accordance with para. 853.3. For any vault which personnel enter, the atmosphere shall be tested for combustible gas. If the atmosphere is hazardous, the cause shall be determined.

The vault shall be inspected for adequate ventilation. The condition of the vault covers shall be carefully examined for hazards. Unsatisfactory conditions disclosed shall be corrected. The applicable provisions of para. 821.6 shall be met before any welding is performed in the vault. Maintenance work performed in the vault shall be in accordance with procedures developed per para. 850.2(a), giving particular consideration to the monitoring of the atmosphere and safety protection for personnel in the vault.

**854 Location class and changes in number of buildings intended for human occupancy****854.1**

- a) Existing steel pipelines or mains operating at hoop stress in excess of 40% of specified minimum yield strength shall be monitored to determine if additional buildings intended for human occupancy have been constructed. The total number of buildings intended for human occupancy shall be counted to determine the current Location Class in accordance with the procedures specified in paras. 840.22(a) and (b).
- b) In accordance with the principles stated in para. 840.1(c), and with the knowledge that the number of buildings intended for human occupancy is not an exact or



menentukan aktivitas penyebab kerusakan, maka penilaian harus digunakan untuk menentukan perubahan-perubahan yang seharusnya dibuat pada tingkat tegangan operasi, frekuensi patroli, persyaratan perlindungan katodik dan lain-lain, sebagaimana halnya bangunan tambahan untuk tempat hunian yang dibangun.

absolute means of determining damage-causing activities, judgment must be used to determine the changes that should be made to items, such as operating stress levels, frequency of patrolling and cathodic protection requirements, as additional buildings intended for human occupancy are constructed.

- c) Jika ada peningkatan jumlah bangunan yang dimaksudkan untuk hunian manusia hingga atau mendekati batas tertinggi dari rentang yang tercantum dalam Tabel 854.1(c) sampai suatu tingkat adanya kemungkinan perubahan kelas lokasi operasi, suatu studi harus dibuat untuk menentukan hal berikut :

- c) When there is an increase in the number of buildings intended for human occupancy to or near the upper limit of the Location Class listed in Table 854.1(c) to the extent that a change in Location Class is likely, a study shall be made to determine the following:

**Table 854.1(c) Location class**

<b>Original [Note (1)]</b>		<b>Current</b>		<b>Maximum Allowable Operating Pressure</b>
<b>Location Class</b>	<b>Number of Buildings</b>	<b>Location Class</b>	<b>Number of Buildings</b>	
1 Division 10-10		1	11-25	Previous MAOP but not greater than 80% SMYS
1 Division 20-10		1	11-25	Previous MAOP but not greater than 72% SMYS
1 0-10		2	26-45	0.800 x test pressure but not greater than 72% SMYS
1 0-10		2	46-65	0.661x test pressure but not greater than 60% SMYS
1 0-10		3	66 +	0.667 x test pressure but not greater than 60% SMYS
1 0-10		4	Note (2)	0.555 x test pressure but not greater than 50% SMYS
2 11-45		2	46-65	Previous MAOP but not greater than 60% SMYS
2 11-45		3	66+	0.667 x test pressure but not greater than 60% SMYS
2 11-45		4	Note (2)	0.555 x test pressure but not greater than 50% SMYS
3 46+		4	Note (2)	0.555 x test pressure but not greater than 50% SMYS

**NOTES:**

(1) At time of design and construction.

(2) Multistorv buildings become prevalent.



- 1) prosedur pendesainan, pengkonstruksian, dan pengetesan yang diikuti dalam konstruksi semula dan perbandingan prosedur tersebut dengan ketentuan standar ini yang berlaku;
  - 2) kondisi fisik pipa penyalur atau pipa induk sampai tingkat kondisi ini dapat diketahui dengan pasti dari rekod-rekod yang ada sekarang;
  - 3) sejarah pemeliharaan dan pengoperasian pipa penyalur atau pipa induk;
  - 4) tekanan operasi aktual maksimum dan tegangan melingkar-operasi yang terkait. Gradien tekanan boleh diperhitungkan pada bagian pipa penyalur atau pipa induk yang secara langsung dipengaruhi oleh peningkatan kepadatan populasi;
  - 5) area aktual yang dipengaruhi oleh kenaikan jumlah bangunan yang diperuntukkan bagi hunian manusia dan batas pemisah fisik atau faktor-faktor lain yang dapat membatasi pengembangan lebih lanjut daerah yang penduduknya padat.
- d) Kelanjutan dari studi ini, jika perubahan kelas lokasi diindikasikan, patroli dan survey kebocoran harus segera diselesaikan pada interval yang sudah diputuskan oleh perusahaan pengelola untuk kelas lokasi baru.

**854.2** Jika studi yang dijelaskan butir 854.1 mengindikasikan bahwa tekanan operasi-boleh maksimum pada bagian pipa penyalur atau pipa induk tidak sepadan dengan kelas lokasi operasi 2,3, atau 4 sedangkan bagian pipa penyalur atau pipa induk tersebut dalam kondisi fisik memuaskan, maka tekanan operasi-boleh maksimum bagian tersebut harus ditegaskan atau direvisi dalam waktu 18 bulan sudah perubahan kelas lokasi seperti berikut :

- a) Jika bagian yang terlibat telah dites sebelumnya di tempat untuk masa tidak kurang dari 2 jam, tekanan operasi-boleh maksimum harus dikonfirmasi atau diturunkan sedemikian rupa sehingga tidak melebihi tekanan yang diperbolehkan pada Tabel 854. 1 (c).
- b) Jika tekanan tes sebelumnya tidak cukup

- 1) the design, construction, and testing procedures followed in the original construction and a comparison of such procedures with the applicable provisions of this Code;
  - 2) the physical conditions of the pipeline or main to the extent that this can be ascertained from current test and evaluation records;
  - 3) operating and maintenance history of the pipeline or main;
  - 4) the maximum operating pressure and the corresponding operating hoop stress. The pressure gradient may be taken into account in the section of the pipeline or main directly affected by the increasing number of buildings intended for human occupancy.
  - 5) the actual area affected by the increase in the number of buildings intended for human occupancy and physical barriers or other factors which may limit the further expansion of the more densely populated area.
- d) Following this study, if a change of Location Class is indicated, the patrol and leakage surveys shall immediately be adjusted to the intervals established by the operating company for the new Location Class

**854.2** If the study described in para. 854.1 indicates that the established maximum allowable operating pressure of a section of pipeline or main is not commensurate with existing Location Classes 2, 3, or 4, and such section is in satisfactory physical condition, the maximum allowable operating pressure of that section shall be confirmed or revised within 18 months following the Location Class change as follows.

- a) If the section involved has been previously tested in place for a period of not less than 2 hr, the maximum allowable operating pressure shall be confirmed or reduced so that it does not exceed that allowed in Table 854.1(c).
- b) If the previous test pressure was not high



tinggi untuk memungkinkan pipa penyalur menahan TOMB-nya atau untuk mencapai TOMB lebih rendah yang dapat diterima dalam Kelas Lokasi operasi sesuai dengan butir (a) di atas, maka pipa penyalur dapat menahan TOMB-nya atau menjadi berkualifikasi untuk TOMB lebih rendah yang dapat diterima jika saluran tersebut dites-ulang pada tekanan tes yang lebih tinggi untuk masa tidak kurang dari 2 jam untuk mematuhi ketentuan Standar ini yang berlaku. Jika tes kekuatan yang baru tidak dilakukan selama masa 18 bulan sesudah perubahan Kelas Lokasi, maka TOMB harus diturunkan agar tidak melebihi tekanan desain sesuai dengan persyaratan Bab IV pada akhir 18 bulan tersebut. Namun demikian, jika tes dilakukan pada sebarang waktu sesudah masa 18 bulan telah kedaluwarsa, TOMB dapat dinaikkan hingga ke tingkat tekanan yang akan dapat dicapai jika tes telah dilakukan setelah masa 18 bulan tersebut.

- c) TOMB yang telah dikonfirmasi atau direvisi sesuai dengan butir (a) atau (b) di atas tidak boleh melebihi yang ditetapkan dalam Standar ini atau yang telah ditetapkan sebelumnya dalam edisi standar B31.8 yang berlaku. Konfirmasi atau revisi berdasarkan butir 854.2 tidak boleh bertentangan dengan penerapan butir 854.6.
- d) Bila kondisi operasi mensyaratkan TOMB yang telah ada harus dipertahankan, dan pipa penyalur tidak dapat memenuhi ketentuan dalam butir (a), (b), atau (c) di atas, maka pipa dalam daerah perubahan Kelas Lokasi harus diganti dengan pipa yang setaraf dengan persyaratan Bab IV, menggunakan faktor desain yang didapat dari Tabel 841.114A untuk Kelas Lokasi yang sesuai.

**854.3** Jika tekanan operasi-boleh maksimum pada bagian pipa penyalur atau pipa induk direvisi sesuai butir 854.2 dan menjadi berkurang dari tekanan-operasi-boleh-maksimum pipa penyalur atau pipa induk, suatu piranti pembebas atau

enough to allow the pipeline to retain its MAOP or to achieve an acceptable lower MAOP in the Location Class according to (a) above, the pipeline may either retain its MAOP or become qualified for an acceptable lower MAOP if it is retested at a higher test pressure for a period of not less than 2 hr in compliance with the applicable provisions of this Code. If the new strength test is not performed during the 18 month period following the Location Class change, the MAOP must be reduced so as to not exceed the design pressure commensurate with the requirements of Chapter IV at the end of the 18 month period. However, if the test is performed any time after the 18 month period has expired, the MAOP may be increased to the level it would have achieved if the test had been performed during that 18 month period.

- c) An MAOP that has been confirmed or revised according to (a) or (b) above shall not exceed that established by this Code or previously established by applicable editions of the B31.8 Code. Confirmation or revision according to para. 854.2 shall not preclude the application of para. 845.6.
- d) Where operating conditions require that the existing maximum allowable operating pressure be maintained, and the pipeline cannot be brought into compliance as provided in (a), (b), or (c) above, the pipe within the area of the Location Class change shall be replaced with pipe commensurate with the requirements of Chapter IV, using the design factor obtained from Table 841.114A for the appropriate Location Class.

**854.3** Where the maximum allowable operating pressure of a section of pipeline or main is revised in accordance with para. 854.2 and becomes less than the maximum allowable operating pressure of the pipeline or main of which it is a part, a suitable



pembatas tekanan harus dipasang sesuai dengan ketentuan butir 854.1, 854.2, dan 854.212.

**854.4** Bila studi yang disyaratkan butir 854.1 menunjukkan bahwa tekanan operasi boleh-maksimum pipa penyalur transmisi yang ditetapkan tidak setaraf dengan tekanan yang diizinkan Standar ini untuk Kelas Lokasi baru, jarak antara katup-katup harus ditelaah dan direvisi sebagai berikut:

- a) Jika bagian pipa dikualifikasi untuk mendapatkan pelayanan kontinu berdasarkan tes sebelumnya, butir 854.2(a), atau dapat memenuhi persyaratan standar ini dengan cara memperendah tekanan operasi-boleh maksimum, butir 854.2(a), atau pengetesan, butir 854.2(b), maka katup tambahan biasanya tidak diperlukan.
- b) Bila segmen pipa penyalur harus diganti untuk mempertahankan tekanan operasi boleh maksimum seperti yang ditentukan butir 854.2(d), pertimbangan hendaknya diberikan pada jarak antara katup sebagai berikut :
  - 1) Bila bagian pipa yang diganti pendek, katup tambahan tidak diperlukan.
  - 2) Bila penggantian bagian pipa transmisi mencapai satu mil atau lebih, pemasangan katup tambahan harus dipertimbangkan untuk memenuhi persyaratan jarak antara dalam butir 846.1 1.

## **855 Konsentrasi penduduk pada kelas lokasi 1 dan 2**

### **855.1**

- a) 1) Bila fasilitas yang memenuhi criteria butir 840.3 dibangun dekat pipa penyalur baja yang telah terpasang pada Kelas Lokasi 1 dan Kelas Lokasi 2, pertimbangan harus diberikan terhadap adanya konsekuensi kegagalan, walaupun kemungkinan kejadian seperti itu kecil sekali jika pipa penyalur telah didesain, dikonstruksi dan dioperasikan sesuai dengan Standar ini. Bila fasilitas

pressure relieving or pressure limiting device shall be installed in accordance with provisions of paras. 845.1, 845.2, and 845.212.

**854.4** Where the study required in para. 854.1 indicates that the established maximum allowable operating pressure of a transmission pipeline is not commensurate with that permitted by this Code for the new location class, the sectionalizing valve spacing shall be reviewed and revised as follows.

- a) If the section of pipe is qualified for continued service because of a prior test, para. 854.2(a), or can be brought into compliance by lowering the maximum allowable operating pressure, para. 854.2(a), or testing, para. 854.2(b), no additional valves will normally be required.
- b) Where a segment of pipeline must be replaced to maintain the established maximum allowable operating pressure as provided in para. 854.2(d), consideration should be given to valve spacing as follows:
  - 1) Where a short section of line is replaced, additional valves will normally not be required.
  - 2) Where the replacement section involves a mile or more of transmission line, additional valve installation shall be considered to conform to the spacing requirements in para. 846.1 1.

## **855 Concentrations of people in location classes 1 and 2**

### **855.1**

- a) 1) Where a facility meeting the criteria of para. 840.3 is built near an existing steel pipeline in Location Classes 1 or 2, consideration shall be given to the possible consequence of a failure, even though the probability of such an occurrence is very unlikely if the line is designed, constructed, and operated in accordance with this Code. Where such a facility results in frequent concentrations of people, the



tersebut sering digunakan atau dikunjungi, maka persyaratan (b) di bawah ini harus diterapkan.

- 2) Akan tetapi, butir (b) di bawah tidak perlu diterapkan bila fasilitas tersebut jarang digunakan, dan penggunaan yang kurang disertai dengan kecilnya kemungkinan kegagalan pipa penyalur pada tempat-tempat tersebut dapat mengabaikan sepenuhnya kemungkinan terjadinya kerusakan.
- b) Pipa penyalur yang berada di dekat tempat pertemuan seperti dijelaskan pada butir (a) di atas harus mempunyai tegangan melingkar boleh maksimum tidak melebihi 50% KLMS. Pilihan lainnya, perusahaan pengelola dapat membuat studi seperti dijelaskan dalam butir 854. 1 (c) dan memastikan bahwa dengan memenuhi hal berikut ini akan menghasilkan tingkat keselamatan yang mencukupi.

- 1) Segmen dites hidrostatis ulang sekurang-kurangnya dua jam sampai tingkat tegangan melingkar minimum
  - a) 100% KLMS jika pipa penyalur beroperasi pada level tegangan melingkar di atas 60% dan sampai 72% KLMS.
  - b) 90% KLMS jika pipa penyalur beroperasi pada level tegangan melingkar di atas 50% dan sampai 60% KLMS, kecuali jika segmen telah dites sebelumnya pada tekanan sekurang-kurangnya 1,5 kali TOMB.

Jika segmen pipa terdiri dari berbagai tingkat tegangan operasi, tingkat tegangan melingkar tes minimum yang dinyatakan di atas harus didasarkan pada KLMS pipa dengan tingkat tegangan operasi yang tertinggi.

- 2) Patroli dan survey kebocoran diadakan pada selang waktu yang konsisten dengan selang waktu yang telah ditentukan perusahaan pengelola untuk operasi Kelas Lokasi 3.
- 3) Bila tegangan melingkar-boleh maksimum lebih dari 60% KLMS, inspeksi visual berkala yang mencukupi dilakukan dengan teknik pengambilan sampel yang benar atau inspeksi yang dilengkapi instrumen

requirements of (b) below shall apply.

- 2) However, (b) below need not be applied if the facility is used infrequently, and the lesser usage combined with the very remote possibility of a failure at that particular point on the pipeline virtually eliminates the possibility of an occurrence.
- b) Pipelines near place of public assembly as outlined in (a) above shall have a maximum allowable hoop stress not exceeding 50% of SMYS. Alternatively, the operating company may make the study described in para. 854.1(c) and determine that compliance with the following will result in an adequate level of safety.

- 1) The segment is hydrostatically retested for at least 2 hr to a minimum hoop stress level of
  - a) 100% of SMYS if the pipeline is operating at hoop stress level over 60% and up to 72% of SMYS;
  - b) 90% of SMYS if the pipeline is operating at hoop stress level over 50% and up to 60% of SMYS, unless the segment was tested previously to a pressure of at least 1.5 times the MAOP.

If the segment contains pipe of various operating stress levels, the minimum test hoop stress levels stated above should be based on the SMYS of the pipe with the highest operating stress level.

- 2) Patrols and leakage surveys are conducted at intervals consistent with those established by the operating company for Location Class 3.
- 3) When the maximum allowable hoop stress exceeds 60% SMYS, adequate periodic visual inspections are conducted by an appropriate sampling technique or instrumented inspections capable of detecting gouges and



yang mampu mendeteksi gouges dan kerusakan akibat korosi dilakukan untuk mengkonfirmasi apakah kondisi fisik pipa masih dalam keadaan baik.

- 4) Bila di dekat fasilitas ada kemungkinan terjadi aktivitas konstruksi tambahan, menyediakan tanda-tanda pipa penyalur yang sesuai.

## 856 Pengubahan servis pipa penyalur

### 856.1 Umum

Bagian ini dimaksud untuk menjelaskan persyaratan yang mengizinkan operator pipa penyalur baja yang sebelumnya digunakan untuk servis yang tidak dicakup oleh standar ini untuk mengubah atau mengkualifikasi pipa penyalurnya untuk servis yang sesuai dengan Standar ini. Untuk pipa penyalur servis-ganda yang digunakan secara bergantian untuk menyalurkan cairan dan gas (untuk cairan sesuai dengan Standar ASME B13.4, dan gas sesuai dengan Standar ini), maka hanya pengubahan awal menjadi servis gas yang memerlukan pengetesan kualifikasi.

### 856.2 Studi rekaman historis

Menelaah data sejarah berikut dan membuat evaluasi mengenai kondisi pipa penyalur :

- mempelajari semua informasi yang tersedia pada desain, inspeksi, dan tes pipa penyalur awal (orisinil). Perhatian khusus hendaknya diberikan pada prosedur pengelasan yang digunakan dan metode penyambungan lainnya, pelapis internal dan eksternal, pipa, dan deskripsi material lainnya.
- mempelajari semua data pengoperasian dan pemeliharaan termasuk rekod bocoran, inspeksi, kegagalan, proteksi katodik, dan praktek pengendalian korosi internal.
- umur pipa penyalur dan lamanya pipa penyalur tersebut pernah tidak dioperasikan juga harus dipertimbangkan dalam menyiapkan suatu evaluasi akhir untuk mengubah pipa penyalur menjadi pipa servis gas.

corrosion damage are made to confirm the continuing satisfactory physical condition of the pipe.

- 4) If the nearby facility is likely to encourage additional construction activity, provide appropriate pipeline markers.

## 856 Pipeline service conversions

### 856.1 General

The intent of this section is to set out requirements to allow an operator of a steel pipeline previously used for service not covered by this Code to qualify that pipeline for service under this Code. For a dual service pipeline used alternately to transport liquids in conformance with an appropriate Code, such as ASME B31.4, and gas under this Code, only the initial conversion to gas service requires qualification testing.

### 856.2 Historical records study

Review the following historical data and make an evaluation of the pipeline's condition.

- Study all available information on the original pipeline design, inspection, and testing. Particular attention should be paid to welding procedures used and other joining methods, internal and external coating, pipe, and other material descriptions.
- Study available operating and maintenance data including leak records, inspections, failures, cathodic protection, and internal corrosion control practices.
- The age of the pipeline and the length of time it may have been out of service should also be considered in preparing a final evaluation to convert the pipeline to gas service.



### 856.3 Persyaratan untuk perubahan ke servis gas

Pipa penyalur baja yang sebelumnya digunakan untuk servis yang tidak mengikuti standar ini boleh dikualifikasi atau diubah untuk servis yang mengikuti standar ini sebagai berikut :

- a) menelaah rekod sejarah pipa penyalur seperti yang dinyatakan butir 856.2.
- b) menginspeksi semua segmen pipa penyalur di atas permukaan tanah untuk mengetahui kondisi fisiknya. Selama inspeksi, lakukan identifikasi material untuk membandingkannya dengan rekod yang ada apabila memungkinkan.
- c) Studi tingkat tegangan operasi.
  - 1) Menetapkan jumlah bangunan dekat pipa atau yang peruntukan utama untuk hunian manusia dan tentukan faktor desain untuk setiap segmen sesuai dengan butir 840.2 dan Tabel 841.114A.
  - 2) Melaksanakan studi untuk memperbandingkan tingkat tegangan operasi yang diusulkan dengan tingkat tegangan yang diperbolehkan untuk kelas lokasi .
  - 3) Melakukan penggantian yang diperlukan untuk menjamin tingkat tegangan operasi setaraf dengan Kelas Lokasi.
- d) Jika perlu, melakukan inspeksi terhadap bagian perpipaan bawah-tanah untuk menentukan kondisi pipa penyalur.
- e) Melakukan penggantian, reparasi, atau alterasi bila menurut penilaian perusahaan pengelola dianggap perlu.
- f) Melakukan tes kekuatan sesuai dengan standar ini untuk menetapkan tekanan operasi-boleh maksimum pipa penyalur, kecuali jika pipa penyalur telah dites sebelumnya .
- g) Melakukan tes kebocoran memenuhi Standar ini.
- h) Dalam jangka waktu 1 tahun setelah pipa penyalur yang diubah ditempatkan dalam servis gas, menyediakan perlindungan katodik seperti yang dijelaskan butir 856.2, kecuali itu bila memungkinkan, bagian pengganti dan perpipaan baru lainnya harus dilindungi secara katodik

### 856.3 Requirements for conversion to gas service

A steel pipeline previously used for service not subject to this Code may be qualified for service under this Code as follows.

- a) Review historical records of the pipeline as indicated in para. 856.2.
- b) Inspect all above ground segments of the pipeline for physical condition. During the inspection, identify the material where possible for comparison with available records.
- c) *Operating stress level study*
  - 1) Establish the number of buildings near the pipeline or main intended for human occupancy and determine the design factor for each segment in accordance with para. 840.2 and Table 841.114A.
  - 2) Conduct a study to compare the proposed operating stress levels with those allowed for the Location Class.
  - 3) Make the necessary replacements to insure that the operating stress level is commensurate with the Location Class.
- d) If necessary, make inspections of appropriate sections of underground piping to determine the condition of the pipeline.
- e) Make replacements, repairs, or alterations which in the operating company's judgment are advisable.
- f) Perform a strength test in accordance with this Code to establish the maximum allowable operating pressure of the pipeline, unless the pipeline has been so tested previously.
- g) Perform a leak test in conformance with this Code.
- h) Within 1 year of the date that the converted pipeline is placed in gas service, provide cathodic protection as set out in para. 862.2, except that wherever feasible, replacement sections and other new piping shall be cathodically protected as required for new pipelines.



seperti yang disyaratkan untuk pipa penyalur baru.

#### **856.4 Prosedur pengubahan servis**

Mempersiapkan suatu prosedur tertulis yang menjelaskan langkah yang harus diikuti selama studi dan pengubahan sistem pipa penyalur. Perhatikan setiap kondisi yang tidak wajar yang berkaitan dengan pengubahan ini.

#### **856.5 Rekaman pengubahan servis**

Menyimpan, selama umur pipa penyalur, suatu rekod studi, inspeksi, tes, reparasi, penggantian, dan alterasi yang dilakukan sehubungan dengan pengubahan servis pipa penyalur baja yang telah ada menjadi pipa servis gas sesuai dengan Standar ini.

#### **856.4 Conversion procedure**

Prepare a written procedure outlining the steps to be followed during the study and conversion of the pipeline system. Note any unusual conditions relating to this conversion.

#### **856.5 Records of the conversion**

Maintain for the life of the pipeline a record of the studies, inspections, tests, repairs, replacements, and alterations made in connection with conversion of the existing steel pipeline to gas service under this Code.





**Bab VI Pengendalian korosi****Chapter VI Corrosion control****860 Pengendalian korosi****860 Corrosion control****861 Ruang lingkup****861 Scope**

- a) Bab ini berisi persyaratan minimum dan prosedur untuk pengendalian korosi perpipaan dan komponen metalik yang terekspos, tertanam, dan terbenam. (Lihat Bab VIII untuk persyaratan lepas pantai khusus.) Bab ini berisi persyaratan minimum dan prosedur untuk pengendalian korosi eksternal (termasuk atmosfer) dan internal. Bab ini berlaku untuk pendesainan dan pemasangan sistem perpipaan baru dan untuk pengoperasian dan pemeliharaan sistem perpipaan yang telah ada.
- b) Ketentuan-ketentuan dalam Bab ini hendaknya diterapkan di bawah pengarahan personil korosi yang kompeten. Setiap situasi spesifik yang pelaksanaannya tidak dapat diantisipasi; karena itu penerapan dan evaluasi dari praktek-praktek pengendalian korosi memerlukan penilaian yang kompeten agar upaya pengendalian korosi menjadi efektif.
- c) Penyimpangan terhadap ketentuan-ketentuan bab ini dalam situasi tertentu masih diizinkan asalkan perusahaan pengelola sistem dapat menunjukkan bahwa sasaran yang dinyatakan dalam bab ini dapat dicapai.
- d) Persyaratan dan prosedur pengendalian korosi mungkin dalam banyak hal masih memerlukan langkah tambahan atas ketentuan yang ditetapkan Bab ini. Setiap perusahaan pengelola harus membuat prosedur untuk melaksanakan program pengendalian korosinya, termasuk persyaratan Bab ini, untuk mencapai sasaran yang diinginkan. Prosedur yang menyangkut pendesainan, pemasangan, dan pemeliharaan sistem perlindungan katodik, harus disiapkan dan dilaksanakan oleh atau di bawah petunjuk atau pengawasan personil yang dikualifikasi berdasarkan pelatihan atau pengalaman, atau keduanya, dalam

- a) This Chapter contains the minimum requirements and procedures for corrosion control of exposed, buried, and submerged metallic piping and components. (See Chapter VIII for special offshore requirements.) This Chapter contains minimum requirements and procedures for controlling external (including atmospheric) and internal corrosion. This Chapter is applicable to the design and installation of new piping systems and to the operation and maintenance of existing piping systems.
- b) The provisions of this Chapter should be applied under the direction of competent corrosion personnel. Every specific situation cannot be anticipated; therefore, the application and evaluation of corrosion control practices require a significant amount of competent judgment in order to be effective in mitigating corrosion.
- c) Deviations from the provisions of this Chapter are permissible in specific situations, provided the operating company can demonstrate that the objectives expressed herein have been achieved.
- d) Corrosion control requirements and procedures may in many instances require measures in addition to those shown in this Chapter. Each operating company shall establish procedures to implement its corrosion control program, including the requirements of this chapter, to achieve the desired objectives. Procedures, including those for design, installation, and maintenance of cathodic protection systems, shall be prepared and implemented by or under the direction of persons qualified by training or experience, or both, in corrosion control methods.



metoda pengendalian korosi.

## 862 Pengendalian korosi eksternal

### 862.1 Pemasangan baru

#### 862.11 Fasilitas baja tertanam

**862.111 Umum.** Semua pipa penyalur transmisi, perpipaan stasiun kompresor, pipa induk distribusi, saluran servis, serta *holder* tipe-pipa dan tipe-botol baru yang dipasang menurut Standar ini, kecuali yang diizinkan menurut butir 862.113, harus dilindungi secara katodik dan dilapisi bagian luarnya, kecuali jika telah dibuktikan dengan pengujian atau pengalaman bahwa material tersebut tahan terhadap korosi lingkungan di tempat peralatan tersebut dipasang. Dalam memilih bahan pelapis harus diperhatikan kondisi penanganan, pengiriman, penyimpanan, pemasangan, dan lingkungannya serta persyaratan perlindungan katodik. *the corrosion data survey* yang diterbitkan oleh *national association of corrosion engineers (NACE)*, adalah sumber informasi untuk performans material pada lingkungan yang korosif.

#### 862.112 Persyaratan pelapis

- a) Preparat permukaan hendaknya sesuai dengan pelapis yang akan digunakan. Permukaan pipa harus bersih dari bahan pengganggu, seperti karat, terak, embun, debu, minyak, cat, dan pernis. Permukaan harus diinspeksi terhadap ketidak-teraturan yang akan menonjol pada pelapis. Setiap ketidak-teraturan seperti ini harus dihilangkan. Informasi lebih lanjut dapat diperoleh dari NACE RP-02-75.
- b) Pelapis, termasuk pelapis yang digunakan untuk sambungan dan tambalan di lapangan, harus diseleksi, dengan memberikan pertimbangan pada penanganan, pengapalan, penyimpanan, kondisi pemasangan, penyerapan kelembaban, suhu operasi pipa penyalur, faktor lingkungan (termasuk sifat alami tanah yang bersentuhan dengan pelapis), ciri-ciri adhesi dan kekuatan dielektrik.
- c) Pelapis harus dipasang dengan cara sedemikian rupa sehingga melekat dengan baik pada pipa. Gelembung udara, kerutan, *holiday*, dan gas yang

## 862 External corrosion control

### 862.1 New installations

#### 862.11 Buried steel facilities

**862.111 General.** All new transmission pipelines, compressor station piping, distribution mains, service lines, and pipe-type and bottle-type holders installed under this Code shall, except as permitted under para. 862.113, be externally coated and cathodically protected unless it can be demonstrated by test or experience that the materials are resistant to corrosion in the environment in which they are installed. Consideration shall be given to the handling, shipping, storing, installation conditions, and the service environment and cathodic protection requirements when selecting the coating materials. The corrosion data survey, published by the national association of corrosion engineers (NACE), is a source of information on materials performance in corrosive environments.

#### 862.112 Coating requirements

- a) The surface preparation should be compatible with the coating to be applied. The pipe surface shall be free of deleterious materials, such as rust, scale, moisture, dirt, oils, lacquers, and varnish. The surface shall be inspected for irregularities which could protrude through the coating. Any such irregularities shall be removed. Further information can be obtained from NACE RP-02-75.
- b) Suitable coatings, including compatible field joint and patch coatings, shall be selected, giving consideration to handling, shipping, storing, installation condition, moisture absorption, operating temperatures of the pipeline, environmental factors (including the nature of the soil in contact with the coating), adhesion characteristics, and dielectric strength.
- c) Coatings shall be applied in a manner that ensures effective adhesion to the pipe. Voids, wrinkles, holidays, and gas entrapment should be avoided.



terjebak hendaknya dihindari.

- d) Pelapis harus diinspeksi secara visual untuk mengetahui adanya cacat sebelum pipa diturunkan ke dalam parit. Pelapis tipe insulasi pada pipa induk dan pipa transmisi harus diinspeksi dengan metode yang paling tepat untuk mengetahui adanya *holiday*. Cacat atau kerusakan pada pelapis yang mungkin mengurangi keefektifan pengendalian korosi harus direparasi sebelum peletakan pipa di dalam parit.

- e) Sebagai tambahan pada ketentuan butir 841.222, 841.252 dan 841.253, haruslah berhati-hati dalam penanganan, penyimpanan, dan pemasangan pipa guna mencegah kerusakan pada pelapis, termasuk langkah-langkah berikut.

- 1) Meminimumkan penanganan pipa yang berpelapis. Gunakan peralatan yang tidak merusak pelapis seperti *belt* atau *cradle* sebagai pengganti kabel.
- 2) Gunakan *skid* yang diberi tatakan bila memungkinkan.
- 3) Susun atau simpan pipa sedemikian rupa sehingga dapat meminimumkan kerusakan pada pelapis.

**862.113 Persyaratan perlindungan katodik.** Kecuali kalau telah dibuktikan dengan pengetesan atau pengalaman bahwa perlindungan katodik tidak diperlukan, semua fasilitas yang tertanam atau terbenam dengan pelapis tipe insulasi, kecuali fasilitas yang dipasang untuk umur servis terbatas, harus dilindungi secara katodik sesegera mungkin setelah pemasangan; kecuali itu penggantian atau perpanjangan kecil harus dilindungi sebagaimana dicakup pada butir 862.212. Fasilitas-fasilitas yang dipasang untuk umur servis terbatas tidak perlu dilindungi secara katodik jika dapat ditunjukkan bahwa fasilitas tersebut tidak akan mengalami korosi yang membahayakan publik atau lingkungan. Sistem perlindungan katodik harus didesain untuk melindungi sistem yang tertanam atau terbenam secara menyeluruh. Suatu fasilitas dianggap telah dilindungi secara katodik bila memenuhi salah satu atau lebih kriteria yang terdapat

- d) The coating shall be visually inspected for defects prior to lowering the pipe in the ditch. Insulating type coatings on mains and transmission lines shall be inspected for holidays by the most appropriate method. Coating defects or damage that may impair effective corrosion control shall be repaired before installing the pipe in the ditch.

- e) In addition to the provisions of paras. 841.222, 841.252, and 841.253, care shall be exercised in handling, storage, and installation to prevent damage to the coating, including measures such as the following.

- 1) Minimize handling of coated pipe. Use equipment least likely to damage the coating, e.g., belts or cradles instead of cables.
- 2) Use padded skids where appropriate.
- 3) Stack or store pipe in a manner that minimizes damage to coating.

**862.113 Cathodic protection requirements.** Unless it can be demonstrated by tests or experience that cathodic protection is not needed, all buried or submerged facilities with insulating type coatings, except facilities installed for a limited service life, shall be cathodically protected as soon as feasible following installation; except that minor replacements or extensions shall be protected as covered by para. 862.212. Facilities installed for a limited service life need not be cathodically protected if it can be demonstrated that the facility will not experience corrosion that will cause it to be harmful to the public or environment. Cathodic protection systems shall be designed to protect the buried or submerged system in its entirety. A facility is considered to be cathodically protected when it meets one or more of the criteria established in Appendix K.



dalam lampiran K.

#### 862.114 Isolasi elektrik

- a) Semua sistem transmisi dan distribusi yang berpelapis harus diisolasi secara elektrik pada semua interkoneksi dengan sistem luar termasuk saluran bahan bakar pelanggan, kecuali bila bangunan dari logam di bawah tanah diinterkoneksikan secara elektrik dan dilindungi secara katodik sebagai satu unit. Pipa penyalur baja harus diisolasi secara elektrik terhadap pipa penyalur dan komponen besi cor, besi duktal, atau logam *non-ferrous*. Pengetesan elektrik harus dilakukan pada sistem transmisi dan distribusi untuk menentukan lokasi terjadinya kontak listrik yang tidak sengaja dengan bangunan dari logam lainnya. Jika terjadi kontak listrik termaksud, hal tersebut harus dikoreksi. Lihat butir 841.143 untuk persyaratan jarak.
- b) Bila pipa penyalur gas yang sejajar dengan saluran transmisi listrik *overhead*, pertimbangan harus diberikan pada :
- 1) investigasi terhadap perlunya sambungan insulasi perlindungan pada pipa penyalur terhadap voltase yang diinduksikan akibat kebocoran listrik dan petir. Perlindungan tersebut dapat diperoleh dengan cara menghubungkan anoda galvanik yang ditanam ke sambungan insulasi dekat pipa atau dengan menjembatani insulator pipa penyalur dengan *spark gap*, atau keduanya, atau dengan cara lain yang efektif.
  - 2) pengadaan suatu studi kerja sama dengan perusahaan listrik, dengan mengambil faktor-faktor berikut sebagai pertimbangan dan melaksanakan langkah perbaikan yang sesuai :
    - a) perlunya mengurangi voltase arus bolak-balik yang diinduksikan atau pengaruhnya terhadap keselamatan personil selama pemasangan dan pengoperasian pipa penyalur dengan cara menggunakan *bonding*, *shielding* atau teknik *grounding* yang desainnya sesuai.

#### 862.114 Electrical isolation

- a) All coated transmission and distribution systems shall be electrically isolated at all interconnections with foreign systems including customer's fuel lines, except where underground metallic structures are electrically interconnected and cathodically protected as a unit. Steel pipelines shall be electrically isolated from cast iron, ductile iron, or nonferrous metal pipelines and components. Electrical tests shall be made of transmission and distribution systems to locate unintentional contacts with other metallic structures. If such contacts exist, they shall be corrected. See para. 841.143 for clearance requirements.
- b) Where a gas pipeline parallels overhead electric transmission lines, consideration shall be given to:
- 1) investigating the necessity of protecting insulating joints in the pipeline against induced voltages resulting from ground faults and lightning. Such protection can be obtained by connecting buried galvanic anodes to the pipe near the insulating joints or by bridging the pipeline insulator with a spark gap, or both, or by other effective means.
  - 2) making a study in collaboration with the electric company, taking the following factors into consideration and applying remedial measures as appropriate:
    - a) the need to mitigate induced AC voltages or their effects on personnel safety during construction and operation of the pipeline by means of suitable design for bonding, shielding, or grounding techniques;



- b) kemungkinan adanya petir atau arus sesat yang menginduksikan voltase yang cukup untuk menembus pelapis pipa atau pipa.
  - c) kemungkinan adanya pengaruh yang merugikan pada perlingan katodik, komunikasi, atau fasilitas elektronik lainnya.
  - d) pengaruh korosi dari sistem pembangkit arus searah voltase tinggi.
- 3) informasi lebih lanjut dapat diperoleh dari NACE RP-01-77 dan EPRI EL-31-06.

#### 862.115 Hubungan elektris dan titik-titik pemantauan

- a) Kecuali untuk lepas-pantai, titik-titik tes hendaknya dipasang dalam jumlah yang cukup untuk menunjukkan keefektifan pengendalian korosi atau perlunya perlindungan katodik. (Lihat Bab VIII untuk pertimbangan khusus bagi pipa penyalur lepas-pantai).
- b) Perhatian khusus harus diberikan pada cara pemasangan *leads* elektris yang digunakan untuk pengendalian korosi atau pengetesan untuk menghindari konsentrasi tegangan yang membahayakan pada titik pautan ke pipa. Metode yang dapat diterima antara lain termasuk:
  - 1) lead elektris yang dipautkan secara langsung pada pipa atau dengan proses las termit, menggunakan oksida tembaga dan bubuk aluminium. Ukuran dari penembakan las termit tidak boleh melebihi 15 gram peluru.
  - 2) pemaatan lead elektris secara langsung ke pipa dengan menggunakan solder lunak atau menggunakan material lain yang suhu pengerjaannya tidak melebihi suhu solder lunak.
- c) Semua pipa yang dikupas untuk koneksi *lead* elektris dan semua kawat *lead* elektris telanjang harus dilindungi dengan material insulasi elektris yang serasi dengan pelapis yang telah ada.

- b) the possibility of lightning or fault currents inducing voltages sufficient to puncture pipe coatings or pipe;
  - c) possible adverse effects on cathodic protection, communications, or other electronic facilities;
  - d) the corrosive effects of high voltage direct current (HVDC) power systems.
- 3) further information which may be obtained from NACE RP-01-77 and EPRI EL-3106.

#### 862.115 Electrical connections and monitoring points

- a) Except for offshore, sufficient test points should be installed to demonstrate the effectiveness of corrosion control or the need for cathodic protection. (See Chapter VIII for special considerations for offshore pipelines.)
- b) Special attention shall be given to the manner of installation of electrical leads used for corrosion control or testing to avoid harmful stress concentration at the point of attachment to the pipe. Acceptable methods include, but are not limited to:
  - 1) electrical leads attached directly on the pipe or by the thermit welding process, using copper oxide and aluminum powder. The size of the thermit welding charge shall not exceed a 15 g cartridge.
  - 2) attachment of electrical leads directly to the pipe by the use of soft solders or other materials which do not involve temperatures exceeding those for soft solders.
- c) All pipe that is bared for electrical lead connections and all bared electrical lead wires shall be protected by electrical insulating material compatible with existing coating.



**862.116 Interferensi listrik**

- a) Sistem perlindungan katodik dengan impressed current harus didesain, dipasang, dan dioperasikan sedemikian rupa untuk meminimumkan pengaruh yang merugikan pada bangunan dari metalik yang telah ada.
- b) Tes lapangan harus diadakan untuk menentukan interferensi listrik yang merugikan dari bangunan luar, termasuk fasilitas listrik arus searah (DC). Pengaruh tersebut harus dikurangi dengan alat berikut seperti *control bond*, perlindungan katodik tambahan, pelapis pelindung, dan alat penginsulasi.

**862.117 Casing.** Penggunaan casing dari metalik hendaknya dihindari sedapat mungkin pada tempat-tempat pengendalian korosi. Namun demikian, diakui bahwa pemasangan *casing* dari metalik seringkali disyaratkan atau diperlukan untuk memudahkan pengkonstruksian, sebagai suatu metoda yang ekonomis untuk melindungi pipa penyalur yang telah ada, untuk memberikan perlindungan bangunan terhadap beban berat atau beban impak, atau keduanya, serta untuk memudahkan penggantian fasilitas sebagaimana disyaratkan oleh badan pemerintah dan pemilik tanah atau pemberi izin, serta untuk alasan lain. Bila menggunakan *casing* metalik, pemasangannya hendaknya berhati-hati untuk memastikan bahwa pelapis pada pipa-lintas tidak rusak sewaktu pemasangan. Pipa-lintas hendaknya diinsulasi dari *casing* logam, dan ujung-ujung *casing* hendaknya disil dengan material yang tahan lama untuk mengurangi akumulasi padatan dan cairan dalam ruang anulus seminimal mungkin. Perhatian khusus hendaknya diberikan pada ujung-ujung *casing* untuk mencegah terjadinya hubungan listrik singkat akibat terjadi pergerakan sewaktu pengurukan atau pemadatan tanah. Bila pengisolasian listrik tidak tercapai, tindakan harus diambil untuk mengoreksi kondisi atau mengurangi korosi di bagian dalam *casing* dengan cara memasang perlindungan katodik tambahan atau setempat, memasang *high resistivity inhibited material* dalam ruang anulus, atau dengan cara lain yang efektif.

**862.116 Electrical interference**

- a) Impressed current cathodic protection systems shall be designed, installed, and operated so as to minimize adverse effects on existing metallic structures.
- b) Field tests shall be conducted to determine the adverse electrical interference from foreign structures, including DC electrical facilities. The effects shall be mitigated by such means as control bonds, supplementary cathodic protection, protective coatings, and insulating devices.

**862.117 Casings.** The use of metallic casings should be avoided insofar as possible from a corrosion control standpoint. However, it is recognized that installation of metallic casings is frequently required or desirable to facilitate construction, as an economical method of protecting existing pipelines, to provide structural protection from heavy or impact loads, or both, to facilitate replacement as required by a governmental agency and as required by the landowner or permit grantor, and for other reasons. Where metallic casing is used, care should be exercised to ensure that coating on the carrier pipe is not damaged during installation. The carrier pipe should be insulated from metallic casings, and the casing ends should be sealed with a durable material to minimize the accumulation of solids and liquids in the annular space. Special attention should be given to the casing ends to prevent electrical shorting due to backfilling movement or settling. Where electrical isolation is not achieved, action shall be taken to correct the condition or mitigate corrosion inside of the casing by supplemental or localized cathodic protection, installation of a high resistivity inhibited material in the annular space, or other effective means.



**862.12 Perlindungan atmosferik**

- a) Fasilitas yang diekspos ke atmosfer harus dilindungi dari korosi eksternal dengan pelapis atau jaket yang sesuai.
- b) Permukaan yang akan dilapisi harus bersih dari material yang merusak seperti karat, kerak, lembab, debu, minyak, cat dan pernis. Persiapan permukaan harus sesuai dengan pelapis atau jaket yang akan digunakan.
- c) Pelapis atau jaket yang diseleksi harus mempunyai ciri-ciri yang memberikan perlindungan memadai terhadap lingkungan. Pelapis atau jaket harus menutupi keseluruhan struktur yang diekspos dan harus diterapkan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan atau sesuai dengan rekomendasi pamanufaktur.
- d) Pertimbangan khusus harus diberikan pada permukaan dekat garis muka tanah atau pada zona pasang surut.

**862.13 Material lain.** Bila pemeriksaan atau pengalaman menunjukkan bahwa lingkungan di tempat pipa atau komponen yang akan dipasang sangat korosif, hal-hal berikut ini harus dipertimbangkan:

- a) geometri material atau komponen, atau keduanya, harus didesain tahan terhadap korosi yang merusak.
- b) pelapisan yang sesuai.
- c) perlindungan katodik.

**862.2 Instalasi yang telah ada**

Prosedur-prosedur harus ditetapkan untuk penilaian tentang perlunya efektifitas akan program pengendalian korosi. Tindakan koreksi yang tepat sepadan dengan kondisi yang ada harus diambil. Prosedur dan tindakan tersebut hendaknya meliputi hal-hal berikut, tetapi tidak terbatas, butir-butir dari paragraph 862.21 hingga 862.25.

**862.21 Fasilitas baja tertanam****862.211 Evaluasi**

- a) Rekod yang tersedia sebagai hasil survei kebocoran dan pekerjaan pemeliharaan

**862.12 Atmospheric protection**

- a) Facilities exposed to the atmosphere shall be protected from external corrosion by a suitable coating or jacket.
- b) The surface to be coated shall be free of deleterious materials, such as rust, scale, moisture, dirt, oil, lacquer, and varnish. The surface preparation shall be compatible with the coating or jacket to be applied.
- c) The coating or jacket selected shall possess characteristics which will provide adequate protection from the environment. Coatings and jackets shall completely cover the exposed structure and shall be applied in accordance with established specifications or manufacturer's recommendations.
- d) Special consideration shall be given to surfaces near the ground line or in a splash zone.

**862.13 Other materials.** Where investigation or experience indicates that the environment in which the pipe or component is to be installed is substantially corrosive, the following shall be considered:

- a) materials or component geometry, or both, shall be designed to resist detrimental corrosion;
- b) a suitable coating;
- c) cathodic protection.

**862.2 Existing installations**

Procedures shall be established for evaluating the need for and effectiveness of a corrosion control program. Appropriate corrective action commensurate with the conditions found shall be taken. The procedures and actions should include, but should not be limited to, the items in paras. 862.21 through 862.25.

**862.21 Buried steel facilities****862.211 Evaluation**

- a) The records available as a result of leakage surveys and normal maintenance



normal yang sesuai dengan butir 852.2 dan 852.6 harus ditelaah secara kontinu untuk mengetahui apakah korosi masih terus berlangsung.

- b) Metode survei elektrik boleh digunakan sebagai penunjuk area korosif yang dicurigai di mana kondisi permukaannya cukup memungkinkan untuk melakukan pengukuran yang akurat. Survei termaksud sangat efektif pada lingkungan yang bukan daerah pemukiman. Metode yang biasa digunakan untuk survei elektrik mencakup:

- 1) potensial pipa-ke-tanah
- 2) potensial permukaan sel-ke-sel
- 3) resistivitas tanah

- c) Efektifitas yang kontinu dari sistem perlindungan katodik harus dimonitor sesuai dengan butir 862.217.

#### **862.212 Langkah-langkah korektif**

- a) Jika korosi kontinu, kecuali kalau dikendalikan, dapat menyebabkan kondisi yang membahayakan publik atau membahayakan keselamatan pekerja ditemukan melalui penilaian yang dibuat menurut butir 862.211 atau 862.217 (d), maka langkah-langkah korektif yang tepat harus diambil untuk mengurangi korosi lebih lanjut pada sistem atau segmen perpipaan. Langkah-langkah korektif harus diteruskan selama masih diperlukan untuk menjaga sistem pengoperasian yang aman. Langkah-langkah korektif tersebut dapat meliputi hal-hal berikut:

- 1) ketentuan untuk pengoperasian fasilitas perlindungan katodik yang kontinu dan benar;
- 2) penggunaan pelapis pelindung;
- 3) pemasangan anode galvanik;
- 4) penggunaan *impressed current*;
- 5) isolasi elektrik;
- 6) pengendalian arus sesat;
- 7) langkah efektif lainnya;
- 8) kombinasi mana saja dari butir di atas.

- b) Bila pengalaman atau pengetesan

work in accordance with paras. 852.2 and 852.6 shall be continuously reviewed for evidence of continuing corrosion.

- b) Electrical survey methods may be used as an indication of suspected corrosive areas where surface conditions permit sufficiently accurate measurements. Such surveys are most effective in nonurban environments. Common methods of electrical survey include:

- 1) pipe-to-soil potentials;
- 2) surface potential (cell-to-cell);
- 3) soil resistivity.

- c) The continued effectiveness of a cathodic protection system shall be monitored in accordance with para. 862.217.

#### **862.212 Corrective measures**

- a) If continuing corrosion, which, unless controlled, could result in a condition that is detrimental to public or employee safety is found by the evaluation. made under para. 862.211 or 862.217(d), appropriate corrective measures shall be taken to mitigate further corrosion on the piping system or segment. Corrective measures shall be continued in effect as long as required to maintain a safe operating system. Appropriate corrective measures may include the following:

- 1) provisions for proper and continuous operation of cathodic protection facilities;
- 2) application of protective coating;
- 3) installation of galvanic anode(s);
- 4) application of impressed current;
- 5) electrical isolation;
- 6) stray current control;
- 7) other effective measures;
- 8) any combination of the above.

- b) When experience or testing indicates the



menunjukkan bahwa metode pengurangan korosi di atas tidak akan dapat mengontrol korosi-kontinu sampai ke tingkat yang dapat diterima, maka segmen perpipaan harus direkondisi atau diganti dan dilindungi dengan cara yang cocok.

above mitigation methods will not control continuing corrosion to an acceptable level, the segment shall be reconditioned or replaced and suitably protected.

**862.213 Perbaikan Pipa terkorosi.** Jika meluasnya korosi telah menurunkan kekuatan fasilitas di bawah tekanan-operasi-boleh-maksimumnya, maka porsi tersebut harus direparasi, direkondisi, atau diganti, atau diturunkan tekanan operasinya sepadan dengan kekuatan yang tersisa dari pipa yang terkorosi. Untuk pipa penyalur baja yang beroperasi pada level tegangan melingkar pada atau di atas 40% kuat luluh minimum spesifikasi, kekuatan yang tersisa dari pipa yang terkorosi boleh ditentukan sesuai dengan Lampiran L. Untuk memperoleh informasi mengenai latar belakang Lampiran L, lihat ANSI/ASME B31G, berjudul *Manual for determining the remaining strength of corroded pipelines*.

**862.213 Repair of corroded pipe.** If the extent of corrosion has reduced the strength of a facility below its maximum allowable operating pressure, that portion shall be repaired, reconditioned, or replaced, or the operating pressure shall be reduced, commensurate with the remaining strength of the corroded pipe. For steel pipelines operating at hoop stress levels at or above 40% of the specified minimum yield strength, the remaining strength of corroded pipe may be determined in accordance with Appendix L. For background information on Appendix L, refer to ANSI/ASME B31G, titled *Manual for determining the remaining strength of corroded pipelines*.

**862.214 Kriteria perlindungan katodik**

- a) Suatu fasilitas dipertimbangkan akan diproteksi secara katodik apabila memenuhi salah satu atau lebih kriteria yang ditetapkan pada Lampiran K.
- b) Dalam hal ini tidak dimaksudkan bahwa perlindungan katodik dibatasi terhadap kriteria ini jika dapat dibuktikan bahwa pengendalian korosi yang mencukupi telah dapat dicapai dengan cara lainnya.

**862.214 Cathodic protection criteria**

- a) A facility is considered to be cathodically protected when it meets one or more of the criteria established in Appendix K.
- b) It is not intended that cathodic protection be limited to these criteria if it can be demonstrated by other means that adequate control of corrosion has been achieved.

**862.215 Interferensi elektrik**

- a) Interferensi elektrik yang merugikan dari atau ke bangunan lainnya yang ditentukan melalui tes-tes lapangan harus dikurangi.
- b) Fasilitas untuk pengurangan interferensi elektrik harus dimonitor secara berkala.

**862.215 Electrical interference**

- a) Adverse electrical interference from or to foreign structures as determined by field tests shall be mitigated.
- b) Facilities for mitigating electrical interference shall be periodically monitored.

**862.216 Pemeriksaan apabila diekspos**

- a) Apabila fasilitas yang tertanam diekspos selama pemeliharaan normal atau sewaktu aktivitas konstruksi, inspeksi visual harus dilaksanakan terhadap kondisi pelapis dan atau permukaan

**862.216 Examination when exposed**

- a) Whenever a buried facility is exposed during normal maintenance or construction activities, a visual inspection shall be made of the coating condition



- logam, jika diekspos.
- b) Tingkat dari setiap korosi harus dinilai sesuai dengan butir 862.213.

#### **862.217 Pengoperasian dan pemeliharaan sistem perlindungan katodik**

- a) Inspeksi harus dilakukan sebagaimana yang disyaratkan untuk mempertahankan pengoperasian sistem perlindungan katodik yang kontinu dan efektif.
- b) Pengetesan elektrik harus dilakukan secara berkala untuk menentukan bahwa sistem perpipaan dilindungi sesuai dengan kriteria yang berlaku.
- c) Tipe, frekuensi, dan lokasi dari inspeksi dan pengetesan harus mencukupi untuk menentukan akurasi tingkat perlindungan yang diberikan pada sistem perpipaan. Frekuensi inspeksi hendaknya ditentukan melalui pertimbangan berikut ini :
- 1) kondisi pipa;
  - 2) metode perlindungan katodik;
  - 3) kekorosifan lingkungan;
  - 4) kemungkinan kehilangan atau adanya interupsi dari perlindungan;
  - 5) pengalaman operasi, termasuk inspeksi dan pemeriksaan kebocoran;
  - 6) umur desain instalasi perlindungan katodik;
  - 7) keselamatan umum atau keselamatan pegawai.
- d) Apabila pengetesan atau survai menunjukkan tidak terdapat perlindungan yang memadai, maka harus diambil langkah-langkah korektif yang tepat.

**862.218 Casing.** Isolasi elektrik pipa penyalur dan pipa induk yang dilindungi secara katodik dari *casing* metalik yang merupakan bagian dari sistem bawah tanah harus dipelihara sebagaimana diperlukan untuk menjamin keefektifan perlindungan katodik. Pengukuran dan inspeksi elektrik harus dilakukan sebagaimana diperlukan untuk memberitahukan secara dini adanya hubungan singkat yang akan menimbulkan efek merugikan pada perlindungan katodik. Jika ditemukan tanda-tanda hubungan singkat antara pipa-lintas dan *casing* yang

and/ or the metal surface, if exposed.

- b) The extent of any corrosion shall be evaluated in accordance with para. 862.213.

#### **862.217 Operation and maintenance of cathodic protection system**

- a) Inspections shall be made as required to maintain continuous and effective operation of the cathodic protection system.
- b) Electrical tests shall be made periodically to determine that the piping system is protected in accordance with the applicable criteria.
- c) The type, frequency, and location of inspections and tests shall be adequate to establish with reasonable accuracy the degree of protection provided on the piping system. Frequency should be determined by consideration of, but not limited to, the following:
- 1) condition of pipe;
  - 2) method of cathodic protection;
  - 3) corrosiveness of the environment;
  - 4) probability of loss or interruption of protection;
  - 5) operating experience, including inspections and leak investigations;
  - 6) design life of the cathodic protection installation;
  - 7) public or employee safety.
- d) Where the tests or surveys indicate that adequate protection does not exist, appropriate corrective measure shall be taken.

**862.218 Casings.** Electrical isolation of cathodically protected pipelines and mains from metallic casings that are part of the underground system shall be maintained as necessary to ensure effectiveness of cathodic protection. Electrical measurements and inspections shall be made as necessary to provide timely evidence of shorts that would adversely affect cathodic protection. If evidence of shorts between the carrier pipe and casing is found that renders cathodic protection of the pipeline or main ineffective, or if evidence of corrosion of the carrier pipe



menjadikan perlindungan katodik pada pipa penyalur atau pipa induk menjadi tidak efektif, atau jika ditemukan tanda-tanda korosi pada pipa-lintas bagian dalam *casing*, maka harus diambil langkah-langkah perbaikan yang diperlukan untuk mengoreksi kondisi atau meminimumkan korosi pada bagian dalam *casing*.

#### **862.22 Besi cor, besi tempa, dan besi duktil tertanam**

**862.221 Evaluasi.** Rekod yang tersedia sebagai hasil dari survei kebocoran dan pekerjaan pemeliharaan normal sesuai dengan butir 852.2 dan 852.6 harus ditelaah secara rutin untuk menentukan kondisi pipa. Langkah-langkah korektif yang tepat harus diambil sesuai dengan butir 862.222 jika penelaahan tersebut mengungkapkan bahwa terdapat kondisi yang mempengaruhi keselamatan umum dan pekerja. Ukuran pipa, tekanan operasi, keadaan lokasi, konstruksi bawah tanah yang baru, jarak antara dan jumlah fasilitas dan bangunan bawah tanah lainnya, dan juga kondisi pipa, harus dipertimbangkan dalam menentukan adanya kondisi di atas.

**862.222 Langkah korektif.** Besarnya masalah akan menentukan langkah-langkah perbaikan yang harus dipertimbangkan. Langkah-langkah tersebut antara lain mencakup

- a) pereparasian pipa;
- b) penggantian pipa;
- c) penguatan atau penyanggaan pipa, atau keduanya;
- d) penurunan tekanan.

#### **862.223 Pemasangan koneksi elektrik**

- a) Koneksi elektrik boleh dipautkan langsung ke pipa besi duktil atau besi cor dengan proses las termit yang menggunakan oksida tembaga dan bubuk aluminium. Ukuran penembakan las termit tidak boleh melebihi 32 gr peluru.
- b) Semua pipa yang dikupas untuk koneksi-koneksi lead tes dan semua kawat lead tes yang dikupas harus dilindungi dengan material insulasi yang serasi dengan pelapis yang telah ada.

inside the casing is found, remedial measures shall be taken as necessary to correct the condition or minimize corrosion inside the casing.

#### **862.22 Buried cast iron, wrought iron, and ductile iron**

**862.221 Evaluation.** The records available as a result of leakage surveys and normal maintenance work in accordance with paras. 852.2 and 852.6 shall be routinely reviewed to determine pipe conditions. Appropriate corrective measures shall be taken in accordance with para. 862.222 if such review reveals that a condition which may affect public and employee safety exists. Pipe size, operating pressure, terrain, recent underground construction, and proximity and number of other underground facilities and buildings, as well as pipe condition, shall be considered in determining the presence of such a condition.

**862.222 Corrective measures.** The magnitude of the problem will dictate the corrective measures which shall be considered. They may include, but are not limited to:

- a) pipe repair;
- b) pipe replacement;
- c) pipe reinforcement or support, or both;
- d) pressure reduction.

#### **862.223 Installation of electrical connections**

- a) Electrical connections may be attached directly onto the cast or ductile iron pipe by the thermit welding process using copper oxide and aluminum powder. The size of the thermit welding charge shall not exceed a 32 g cartridge.
- b) All pipe that is bared for test lead connections and all bared test lead wires shall be protected by electrical insulating material compatible with existing coating.



**862.224 Interferensi listrik**

- a) Jika digunakan sistem perlindungan katodik *impressed current*, anoda harus diletakkan sedemikian rupa untuk mengurangi efek yang merugikan pada bangunan bawah-tanah yang telah ada.
- b) Interferensi listrik yang merugikan dari bangunan lain yang ditentukan melalui tes lapangan harus dikurangi.

**862.23 Persyaratan untuk fasilitas perpipaan besi cor dan besi duktal yang diekspos ke atmosfer.** Pipa besi cor dan besi duktal yang dipasang di atas tanah harus dilindungi cara yang sesuai dalam area di mana korosi atmosfer yang berat dapat terjadi.

**862.24 Material metalik lainnya.** Bila logam *non-ferrous* atau komponen campuran *ferrous* ditemukan terkorosi sampai ke tingkat yang mempengaruhi keselamatan umum atau pekerja, maka komponen tersebut harus direkondisi sesuai dengan butir 862.13 atau diganti. Penggantian harus memenuhi salah satu dari kriteria berikut :

- a) komponen harus dikonstruksi dari material atau geometri lain, atau keduanya, yang didesain untuk sisa umur fasilitas induk; atau
- b) komponen harus dilindungi secara katodik atau dilindungi dengan cara lain.

**862.25 Korosi atmosfer.** Fasilitas yang diekspos ke atmosfer harus diinspeksi secara berkala untuk melihat apakah ada indikasi korosi permukaan. Bila terjadi korosi sampai ke tingkat yang membahayakan keselamatan umum atau pekerja, fasilitas tersebut harus direkondisi sesuai dengan butir 862.12 atau diganti. Pertimbangan tertentu harus diberikan pada permukaan dekat garis permukaan tanah atau pada zona pasang surut.

**863 Pengendalian korosi internal****863.1 Umum****862.224 Electrical interference**

- a) If an impressed current type cathodic protection system is used, the anodes shall be located so as to mitigate adverse effect on existing underground metallic structures.
- b) Adverse electrical interference from foreign structures as determined by field tests shall be mitigated.

**862.23 Requirements for cast iron and ductile iron piping facilities exposed to atmosphere.** Aboveground cast iron and ductile iron pipe shall be suitably protected in areas where severe atmospheric corrosion may occur.

**862.24 Other metallic materials.** When a nonferrous metal or ferrous alloy component is found to have corroded to the point where public or employee safety may be affected, it shall be reconditioned in accordance with para. 862.13 or replaced. The replacement shall meet one of the following criteria:

- a) it shall be constructed with other materials or geometry, or both, designed for the remaining life of the parent facility; or
- b) it shall be cathodically or otherwise protected.

**862.25 Atmospheric corrosion.** Facilities exposed to the atmosphere shall be periodically inspected for indication of surface corrosion. Where corrosion is taking place to the extent that public or employee safety may be affected, the facility shall be reconditioned in accordance with para. 862.12 or replaced. Special consideration shall be given to surfaces near the ground line.

**863 Internal corrosion control****863.1 General**



Bila gas korosif yang disalurkan, maka harus dibuat ketentuan untuk melindungi sistem perpipaan dari pengaruh korosi yang merusak. Gas yang mengandung air bebas di bawah kondisi di mana gas tersebut akan disalurkan, maka gas ini harus dianggap korosif, kecuali jika dapat dibuktikan nonkorosif melalui tes atau pengalaman yang diakui.

### 863.2 Pemasangan baru

Bila mendesain sistem pipa penyalur baru atau pengganti, atau penambahan atau modifikasi pada sistem yang telah ada, langkah-langkah yang terencana harus dipertimbangkan untuk mencegah atau menghalangi korosi internal, atau keduanya. Untuk mempertahankan integritas dan efisiensi suatu pipa penyalur yang diketahui atau diantisipasi menyalurkan gas yang korosif, faktor-faktor berikut hendaknya dimasukkan dalam pendesainan dan pengkonstruksian, baik secara terpisah maupun dalam kombinasi.

a) Bila pelapis internal digunakan untuk melindungi sistem perpipaan maka :

- 1) pelapis harus memenuhi spesifikasi mutu dan tebal film kering minimum yang ditetapkan untuk melindungi fasilitas dari media korosif yang terlibat, yang didasarkan pada tipe dari pelapis dan metoda penerapannya;
- 2) pelapis yang digunakan harus diinspeksi sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan atau praktek-praktek yang dapat diterima.
- 3) bila pipa atau komponen lain berpelapis disambung dengan pengelasan atau metode lainnya menyebabkan logam dasarnya terekspos, harus dibuat ketentuan untuk mencegah korosi pada sambungan, seperti dengan membersihkan dan melapis ulang atau terus menggunakan inhibitor yang sesuai.

4) jika *pig* atau bola akan digunakan, tipe

When corrosive gas is transported, provision shall be made to protect the piping system from detrimental corrosion. Gas containing free water under the conditions at which it will be transported shall be assumed to be corrosive, unless proven to be noncorrosive by recognized tests or experience.

### 863.2 New installations

When designing a new or replacement pipeline system, or additions or modifications to existing systems, measures shall be considered to prevent or inhibit internal corrosion, or both. To preserve the integrity and efficiency of a pipeline in which it is known or anticipated that corrosive gas will be transported, the following factors should be included in the design and construction, either separately or in combination.

a) When internal coating is to be used to protect a piping system:

- 1) the coating shall meet the quality specifications and the minimum dry film thickness established for the protection of the facility from the corrosive media involved, based on the type of coating and methods of application;
- 2) applied coatings shall be inspected in accordance with established specifications or accepted practice;
- 3) when coated pipe or other components are joined by welding or other methods which leave the parent metal exposed, provision shall be made to prevent joint corrosion, such as cleaning and recoating or the continuing use of a suitable inhibitor;

4) if pigs or spheres are to be used, the



pelapis atau *pitting tool* yang digunakan hendaknya dievaluasi dan dipilih untuk mencegah kerusakan pelapis internal.

types of coating and pitting tools used should be evaluated and chosen to prevent damage to the internal coating.

b) Bila inhibitor korosi akan digunakan sebagai aditif untuk aliran gas maka:

- 1) peralatan untuk menampung, memindahkan, dan menginjeksi inhibitor ke dalam aliran harus dimasukkan dalam pendesainan;
- 2) pengoperasian program penginjeksian hendaknya merupakan bagian dari perencanaan;
- 3) pemegang kupon tes atau alat monitor lain yang memadai harus disediakan agar dapat menilai program secara kontinu;
- 4) inhibitor korosi yang diseleksi harus dari tipe yang tidak berakibat buruk pada setiap komponen sistem perpipaan.

b) When a corrosion inhibitor is to be used as an additive to the gas streams:

- 1) the equipment for the holding, transfer, and injection of the inhibitor into the stream shall be included in the design;
- 2) the operation of the injection program should be a part of the planning;
- 3) sufficient test coupon holders or other monitoring equipment shall be provided to allow for continued program evaluations;
- 4) the corrosion inhibitor selected shall be of a type that will not cause deterioration of any components of the piping system.

c) Bila direncanakan sistem *pigging* pipa penyalur, maka :

- 1) harus disediakan *scraper traps* untuk memasukkan dan mengeluarkan pig atau bola;
- 2) harus didesain bagi pipa penyalur yang akan dilalui *pig* atau bola untuk mencegah kerusakan pig, bola, pipa, atau fitting selama pengoperasian;
- 3) harus didesain perpipaan untuk pig atau bola untuk mengarahkan atau memandu secara efektif dan aman alat atau material yang didorongnya;
- 4) harus dibuat ketentuan untuk penampungan dan penanganan bahan cair dan bahan padat dipindahkan dari pipa penyalur oleh *pig* dan bola.

c) When a pipeline pigging system is planned:

- 1) scraper traps for the insertion and removal of pigs or spheres, or both, shall be provided;
- 2) sections of pipeline to be traversed by pigs or spheres shall be designed to prevent damage to pigs, spheres, pipes, or fittings during operations;
- 3) piping for pigs or spheres shall be designed to guide the tool and the materials they propel effectively and safely;
- 4) provision shall be made for effective accumulation and handling of liquid and solid materials removed from the pipeline by pigs or spheres.

d) Bila akan digunakan kupon, *probe*, dan/atau test spool korosi, maka:

- 1) kupon, *probe*, atau test *spool* korosi harus dipasang, jika praktis, pada lokasi-lokasi di mana kemungkinan besar terdapat korosi internal.

d) When corrosion coupons, corrosion probes, and/or test spools are to be used:

- 1) corrosion coupons, probes, or test spools shall be installed where practical at locations where the greatest potential for internal corrosion



- 2) kupon, probe, dan *test spool* korosi harus didesain untuk dapat dilewati *pig* atau bola bila dipasang pada bagian-bagian yang dilintasi oleh *pig* atau bola tersebut.
- e) Apabila gas diberi perlakuan untuk mengurangi daya korosifnya, maka:
- 1) boleh dipasang alat separator atau alat dehidrasi, atau keduanya;
  - 2) hendaknya dipertimbangkan peralatan untuk menghilangkan bahan lain dari gas yang merugikan.
- f) Material pipa dan peralatan lain yang diekspos terhadap aliran gas harus tahan korosi internal; karena itu :
- 1) material yang diseleksi untuk pipa dan fitting harus serasi dengan komponen-komponen gas, cairan yang terbawa dalam gas dan satu sama lainnya. Sumber informasi tentang performans material dalam lingkungan yang korosif dapat dilihat pada *Corrosion Data Survey* yang diterbitkan oleh *National Association of Corrosion Engineers*.
  - 2) jika digunakan pipa dan komponen plastik, *non-ferrous*, atau baja paduan untuk mencegah atau mengontrol korosi internal, material tersebut harus telah dipastikan akan efektif pada kondisi yang dihadapi [lihat butir 842.611 (b) dan 849.611 (b) untuk pembatasan pada tembaga];
  - 3) hendaknya diusahakan untuk meminimalkan efek korosi-erosi dari partikel kecepatan-tinggi pada titik-titik kemungkinan terjadi turbulensi dan pengikisan dengan menggunakan material yang tahan erosi, penambahan tebal dinding, konfigurasi aliran atau desain, dan ukuran atau dimensi pipa dan fitting.

### 863.3 Instalasi yang telah ada

Program pengendalian korosi internal pipa penyalur antara lain harus meliputi:

exists;

- 2) corrosion coupons, probes and test spools must be designed to permit passage of pigs or spheres when installed in sections traversed thereby.
- e) When gas is to be treated to reduce its corrosivity:
- 1) separators or dehydration equipment, or both, may be installed;
  - 2) equipment for the removal of other deleterious material from the gas should be considered.
- f) The material of the pipe and other equipment exposed to the gas stream must resist internal corrosion; therefore:
- 1) materials selected for pipe and fittings shall be compatible with the components of the gas, the liquids carried by the gas, and with each other. A source of information on materials performance in corrosive environments is the *Corrosion Data Survey*, published by the *National Association of Corrosion Engineers*.
  - 2) where plastic, nonferrous, or alloy steel pipe and components are used to prevent or control internal corrosion, such materials shall have been determined to be effective under the conditions encountered [see paras. 842.611(b) and 849.611(b) for limitations on copper];
  - 3) erosion-corrosion effects from high-velocity particles at probable points of turbulence and impingement should be minimized by use of erosion resistant materials, added wall thickness, design or flow configuration, and size or dimensions of the pipe and fittings.

### 863.3 Existing installations

A pipeline internal corrosion control program shall include, but not be limited to, the following.



- a) Penetapan dan penilaian program untuk mendeteksi, mencegah, atau mengurangi kerusakan akibat korosi internal hendaknya meliputi hal-hal berikut :
- 1) Rekod kebocoran dan reparasi pipa penyalur hendaknya ditelaah untuk mengetahui indikasi efek korosi internal.
  - 2) Bila bagian pipa penyalur mana saja ditanggalkan dan permukaan internalnya memungkinkan untuk diinspeksi, maka bagian tersebut hendaknya diperiksa secara visual dan dievaluasi untuk mengetahui korosi internalnya.
  - 3) Jika ditemukan bukti adanya korosi internal, maka gas harus dianalisa untuk menentukan tipe dan konsentrasi setiap zat penyebab korosif.
  - 4) Cairan atau padatan yang dipindahkan dari pipa penyalur dengan pigging, pengurasan, atau pembersihan hendaknya dianalisa menurut keperluan guna menentukan ada tidaknya material korosif dan produk korosi.
- b) Apabila ditentukan bahwa korosi internal sedang terjadi dan dapat mempengaruhi keselamatan umum atau pekerja, salah satu atau lebih langkah protektif atau korektif berikut ini harus digunakan untuk mengontrol korosi internal tersebut:
- 1) Suatu inhibitor korosi yang efektif harus digunakan dengan cara dan dengan kuantitas sedemikian rupa untuk melindungi semua porsi sistem perpipaan yang dipengaruhi korosi;
  - 2) Menghilangkan zat penyebab korosif dengan metode yang dikenal, seperti gas asam atau *dehydration treating plant*;
  - 3) Menambah fitting untuk mengeluarkan air dari bagian yang rendah, atau merubah posisi perpipaan untuk menurunkan kapasitas sump;
  - 4) Dalam kondisi tertentu, penggunaan
- a) The establishment and evaluation of a program for the detection, prevention, or mitigation of detrimental internal corrosion should include the following.
- 1) Pipeline leak and repair records should be reviewed for indication of the effects of internal corrosion.
  - 2) When any part of a pipeline is removed and the internal surface is accessible for inspection, it should be visually examined and evaluated for internal corrosion.
  - 3) If evidence of internal corrosion is discovered, the gas shall be analyzed to determine the types and concentrations of any corrosive agents.
  - 4) Liquids or solids removed from the pipeline by pigging, draining, or cleanup should be analyzed as necessary for determining the presence of corrosive materials and evidence of corrosion products.
- b) Where it is determined that internal corrosion is taking place that could affect public or employee safety, one or more of the following protective or corrective measures shall be used to control detrimental internal corrosion.
- 1) An effective corrosion inhibitor shall be applied in a manner and quantity to protect all affected portions of the piping systems
  - 2) Remove corrosive agents by recognized methods, such as acid gas or dehydration treating plants.
  - 3) Add fittings for removal of water from low spots, or reposition piping to reduce sump capacities.
  - 4) Under some circumstances,



pelapis internal yang sesuai mungkin lebih efektif.

application of a suitable internal coating may be effective.

c) Langkah pengendalian korosi internal harus dievaluasi dengan suatu program inspeksi dan pemantauan, yang antara lain meliputi yang berikut ini :

c) Internal corrosion control measures shall be evaluated by an inspection and monitoring program, including but not limited to, the following.

- 1) Inhibitor dan sistem injeksi inhibitor hendaknya dicek secara berkala.
- 2) Kupon dan test spool korosi harus dikeluarkan dan dievaluasi pada selang waktu berkala.
- 3) Probe korosi hendaknya dicek secara manual pada selang waktu, atau secara kontinu atau dimonitor dan direkod sesering mungkin, atau keduanya, untuk menilai pengendalian korosi internal pipa penyalur.
- 4) Rekod kondisi internal pipa, kebocoran dan reparasi akibat korosi, serta kuantitas dan daya korosif gas, cairan, atau padatan hendaknya disimpan dan digunakan sebagai dasar basis untuk perubahan jadwal *pigging*, program inhibitor, atau fasilitas perlakuan gas.
- 5) Bila pipa dibuka tutupnya, atau pada perpipaan yang terekspos dimana korosi internal dapat atau mungkin diantisipasi, pengukuran atau pemantauan tebal dinding pipa akan membantu dalam mengevaluasi korosi internal;
- 6) Bila inspeksi, observasi atau analisa rekod menunjukkan terjadinya korosi internal sampai ke tingkat yang mungkin membahayakan keselamatan umum atau tenaga kerja, maka porsi dari sistem tersebut harus direparasi atau direkondisi, dan langkah-langkah yang tepat harus diambil untuk mengurangi korosi internal tersebut.

- 1) The inhibitor and the inhibitor injection system should be periodically checked.
- 2) Corrosion coupons and test spools shall be removed and evaluated at periodic intervals.
- 3) Corrosion probes should be checked manually at intervals, or continuously or intermittently monitored or recorded, or both, to evaluate control of pipeline internal corrosion.
- 4) A record of the internal condition of the pipe, of leaks and repairs from corrosion, and of gas, liquids, or solids quantities and corrosivity should be kept and used as a basis for changes in the pigging schedule, inhibitor program, or gas treatment facility.
- 5) When pipe is uncovered, or on exposed piping where internal corrosion may be anticipated, pipe wall thickness measurement or monitoring will help evaluate internal corrosion.
- 6) Where inspections, observation, or record analysis indicates internal corrosion is taking place to an extent that may be detrimental to public or employee safety, that portion of the system shall be repaired or reconditioned, and appropriate steps taken to mitigate the internal corrosion.

## 864 Pipa penyalur dalam lingkungan daerah kutub

## 864 Pipelines in arctic environments

### 864.1 Umum

### 864.1 General

Pertimbangan khusus harus diberikan mengenai persyaratan pengendalian korosi

Special consideration must be given to the corrosion control requirements of buried



pipa penyalur yang ditanam dan fasilitas lain yang dipasang di lingkungan daerah kutub, terutama dalam daerah permafrost. Untuk pipa penyalur yang bersentuhan dengan tanah beku, laju korosi berkurang karena resistivitas tanah luar biasa tingginya dan mobilitas ion rendah, tetapi tidak mencapai titik nol. Namun demikian korosi yang berarti dapat terjadi dalam area tidak-beku, di *permafrost* yang tidak berkesinambungan, atau di area *thaw* seperti yang terdapat di sekitar sungai, danau, mata-air, atau bagian pipa penyalur bila suhu pipa berada di atas titik-beku lingkungannya. Perlindungan katodik di area *thaw* mungkin lebih sulit karena arus perlindungan katodik ditahan oleh tanah beku di sekelilingnya. Efek lain yang merusakkan dapat disebabkan oleh musim pencairan yang meningkatkan aktivitas biologis di area *nonpermafrost* atau dalam *active layer* di atas *permafrost*.

Fasilitas pipa penyalur yang dipasang di lingkungan daerah kutub harus dilapisi dan dilindungi secara katodik dengan cara yang sama seperti pipa penyalur di lokasi musim sedang, dan pertimbangan yang sama harus diberikan tentang perlunya pelindungan terhadap korosi internal dan atmosferis, kecuali yang secara khusus ditentukan dalam bagian ini.

#### 864.2 Persyaratan pelapisan eksternal

Seleksi pelapis untuk pipa penyalur di lingkungan bersuhu rendah harus mempertimbangkan persyaratan khusus lingkungan tersebut. Hal ini termasuk adhesi, resistansi terhadap keretakan atau kerusakan selama penanganan dan pemasangan pipa dalam suhu di bawah titik-beku, aplikabilitas pelapisan sambungan atau pereparasian lapisan, keserasian dengan setiap perlindungan katodik yang diterapkan, dan resistansi terhadap tegangan tanah karena dorongan *frost*, perubahan suhu musim atau sebab-sebab lain.

#### 864.3 Fasilitas perlindungan katodik

**864.31 Kriteria.** Kriteria untuk perlindungan katodik harus sama dengan untuk pipa penyalur di lingkungan musim sedang.

pipelines and other facilities installed in arctic environments, particularly in permafrost regions. For pipelines in contact with frozen earth, the corrosion rate is reduced because of the extremely high resistivity of the soil and low ion mobility, but does not reach zero. Significant corrosion can occur, however, in unfrozen inclusions, discontinuous permafrost, or thaw areas such as those that may occur in the vicinity of rivers, lakes, springs, or pipeline sections where the pipe surface temperature is above the freezing point of the environment. Cathodic protection in localized thaw areas may be more difficult due to the shielding of cathodic protection currents by the surrounding frozen soil. Other detrimental effects can be caused by seasonal thaws which increase biological and bacteriological activity in the nonpermafrost areas or in the "active layer" above underlying permafrost.

Pipeline facilities installed in arctic environments shall be coated and cathodically protected in the same manner as pipelines in temperate locations, and the same consideration shall be given to the need for protection from internal and atmospheric corrosion, except as specifically provided in this section.

#### 864.2 External coating requirements

Selection of coatings for pipelines in low temperature environments shall take into consideration the particular requirements of that environment. These include adhesion, resistance to cracking or damage during handling and installation in subfreezing temperatures, applicability of field joint coatings or coating repairs, compatibility with any applied cathodic protection, and resistance to soil stresses due to frost heave, seasonal temperature changes, or other reasons.

#### 864.3 Cathodic protection facilities

**864.31 Criteria.** Criteria for cathodic protection shall be the same as for pipelines in temperate environments. Because higher



Karena voltase pendorong lebih tinggi biasanya dibutuhkan pada tanah membeku, voltase yang disalurkan melintasi pelapis harus dibatasi sehingga pelapis tidak menjadi rusak disebabkan oleh kelebihan voltase atau kelebihan densitas arus listrik.

#### 864.32 Fasilitas arus *impressed*

- a) Fasilitas arus *impressed* harus digunakan pada pipa penyalur dalam tanah yang permanen beku, terutama bila gas didinginkan untuk mencegah melembutnya tanah. Fasilitas seperti ini dapat memberikan voltase pendorong lebih tinggi yang diperlukan untuk mengatasi resistivitas tanah beku. Fasilitas ini dapat dipasang pada sistem kompresor atau pada fasilitas lain di mana terdapat tenaga listrik dan akses untuk penyesuaian dan perawatan terjamin. Efek variasi musim pada resistivitas tanah harus dikompensasi dengan menggunakan rectifier potensial yang konstan atau dengan penyesuaian manual.
- b) *Impressed current anode beds* harus dipasang bila mungkin pada jarak memadai dari pipa penyalur atau bangunan bawah-tanah lain untuk memperoleh spread maksimum sepanjang pipa penyalur dan untuk mengurangi potensial puncak pada pipa penyalur.
- c) Bila dipandang praktis, *anode beds* harus dipasang di bawah level *permafrost* atau pada lokasi tidak-beku seperti di sungai, atau danau agar memperoleh distribusi arus katodik yang lebih baik. Bila anode harus dipasang di tanah yang permanen beku, volume material pengurukan anoda harus ditingkatkan untuk mengurangi resistansi antara anoda dan tanah di sekelilingnya.
- d) Fasilitas arus *impressed* yang menggunakan *deep anode ground beds* yang didistribusi atau yang dalam hendaknya digunakan untuk melindungi fasilitas stasiun dan pancang bila digunakan untuk untuk menyangga fasilitas plant di atas tanah. Pancang-pancang dan setiap fasilitas metalik

driving voltages are normally required in frozen soils, the voltage impressed across the coating should be limited so that the coating is not subject to damage due to cathodic overvoltage or excessive current density.

#### 864.32 Impressed current facilities

- a) Impressed current facilities shall be used on pipelines in permanently frozen soil, especially where the gas is chilled to prevent thawing of the earth. Such facilities are capable of providing the higher driving voltage needed to overcome the high resistivity of frozen soil. They can be installed at compressor stations or other facilities where power is available and access for adjustment and maintenance is assured. The effects of seasonal variations in soil resistivity should be compensated for by using constant potential rectifiers or manual adjustments.
- b) Impressed current anode beds shall be installed whenever feasible at a sufficient distance from the pipeline or other underground structures to achieve maximum spread along the pipeline and to reduce the peak potential at the pipeline.
- c) Where practical, anode beds shall be installed below the permafrost level or in other unfrozen locations, such as a stream or lake, to achieve better cathodic current distribution. Where anodes must be installed in permanently frozen ground, the volume of the anode backfill material should be increased to reduce the effective resistance between the anode and the surrounding earth.
- d) Impressed current facilities utilizing distributed or deep anode ground beds should be used to protect buried station facilities and pilings where used to support aboveground plant facilities. The pilings and any other adjacent underground metallic facilities must be electrically interconnected to prevent



bawah-tanah yang berdekatan harus saling dihubungkan dengan arus listrik untuk mencegah pengaruh yang merugikan.

### 864. 33 Instalasi anoda galvanik

Anoda galvanik (dikemas atau bentuk pita) mungkin diperlukan pada pipa penyalur pada area *permafrost* untuk mensuplemen fasilitas arus *impressed* pada area *thaw* setempat. Ini memberikan perlindungan katodik setempat pada bagian pipa yang mungkin dilindungi oleh resistivitas tanah sekitar yang sangat tinggi.

### 864.4 Monitoring

Instalasi *spans* pengukuran arus kalibrasi hendaknya dipertimbangkan disamping test points normal. Hal ini hendaknya dipasang pada jarak antara yang memadai untuk mengevaluasi distribusi arus di sepanjang pipa penyalur yang dilindungi dan efek arus *telluric* yang lazim terdapat di daerah kutub. *Spans* ini juga memberikan titik kontak untuk mengukur indikasi kemungkinan kerusakan pelapis yang disebabkan oleh tekanan dari lingkungan yang membeku.

### 864.5 Pengendalian korosi internal

Bila aliran gas didinginkan untuk mencegah mencairnya tanah beku di sekitar pipa penyalur, akan terdapat cukup air bebas secara tidak normal yang menyebabkan korosi internal karena adanya kontaminan seperti persenyawaan sulfur atau CO<sub>2</sub>. Tetapi jika diantisipasi akan terdapat air atau penguraian air/alkohol dalam pipa penyalur bersama-sama kontaminan korosif potensial, tindakan korektif yang sesuai harus diambil seperti yang dijelaskan pada butir 863.

## 865 Pipa penyalur dalam servis suhu tinggi

### 865.1 Umum

Pertimbangan khusus harus diambil atas persyaratan pengendalian korosi pipa penyalur dan fasilitas lain dalam servis suhu tinggi (diatas 150°F). Suhu tinggi cenderung menurunkan resistivitas lingkungan pipa

detrimental interference.

### 864.33 Galvanic anode installations.

Galvanic anodes (packaged or ribbon) may be needed on pipelines in permafrost areas to supplement impressed current facilities in localized thawed areas. This provides localized cathodic protection to those sections of pipe which might be shielded by the extremely high resistivity of the surrounding soil.

### 864.4 Monitoring

Installation of calibrated current measurement spans should be considered in addition to the normal test points. These should be installed at sufficient intervals to evaluate current distribution along the protected pipeline and the effects of telluric currents prevalent in polar regions. These spans also provide contact points for measuring indications of possible coating damage due to stresses induced by a frozen environment.

### 865.5 Internal corrosion control

Where the gas stream is chilled to prevent melting of frozen soil surrounding the pipeline, there will not normally be enough free water in the gas to result in internal corrosion in the presence of contaminants, such as sulphur compounds or CO<sub>2</sub>. If it is anticipated, however, that free water or water/alcohol solutions will be present in the pipeline along with potentially corrosive contaminants, suitable corrective measures shall be taken as prescribed in para. 863.

## 865 Pipelines in high temperature service

### 865.1 General

Special consideration must be given to the corrosion control requirements of pipelines and other facilities in high temperature service (above 150°F). Elevated temperatures tend to decrease the resistivity of



penyalur yang tertanam atau terbenam dan meningkatkan reaksi korosi *electrochemical* sebagai akibat akselerasi ionic atau aktivitas molekular. Suhu tinggi khususnya terjadi di hilir stasiun kompresor atau dalam sistem pengumpulan.

### 865.2 Persyaratan pelapis eksternal

Seleksi pelapisan harus mempertimbangkan persyaratan khusus untuk fasilitas pipa penyalur pada servis suhu tinggi. Hal ini termasuk resistansi terhadap kerusakan disebabkan oleh tanah atau tekanan sekunder, keserasian dengan setiap perlindungan katodik yang diterapkan, dan khususnya resistansi atas degradasi termal. Dalam lingkungan berbatu-batu penggunaan pembungkus luar untuk perlindungan, urukan yang dipilih, atau tindakan wajar lainnya harus dipertimbangkan untuk meminimalkan kerusakan fisik.

### 865.3 Fasilitas perlindungan katodik

**865.31 Kriteria.** Kriteria untuk perlindungan katodik harus sama dengan kriteria untuk servis suhu normal, kecuali perhatian harus diberikan pada efek resistivitas menurun dan persyaratan arus perlindungan katodik yang meningkat dalam servis suhu tinggi atas setiap komponen IR pengukuran potensial *pipe-to-soil*. Kemungkinan efek depolarisasi disebabkan oleh operasi suhu tinggi harus juga dipertimbangkan.

**865.32 Anoda galvanik.** Pertimbangan harus diberikan pada dampak atas kinerja anoda galvanik tertutup (khususnya tipe pita atau gelang) oleh suhu tinggi disebabkan berada dekat pipa penyalur panas. Suhu yang lebih tinggi cenderung meningkatkan *output* arus dan laju degradasi dari sebagian besar bahan anoda. Beberapa bahan anoda dapat menjadi lebih baik dari bahan baja pada suhu 140°F dalam elektrolit tertentu. Anoda seng yang mengandung aluminium juga rentan terhadap korosi intergranular di atas 120°F.

### 865.4 Pengendalian korosi internal

Bila gas atau campuran gas dan cairan atau

buried or submerged pipeline environments and to increase the electrochemical corrosion reaction as a result of accelerated ionic or molecular activity. Elevated temperatures typically occur downstream of compressor stations or in gathering systems.

### 865.2 External coating requirements

Selection of coatings shall take into account the particular requirements for pipeline facilities in high temperature service. These include resistance to damage from soil or secondary stresses, compatibility with any applied cathodic protection, and particularly resistance to thermal degradation. In rocky environments, the use of a protective outer wrap, select backfill, or other suitable measures shall be considered to minimize physical damage.

### 865.3 Cathodic protection facilities

**865.31 Criteria.** Criteria for cathodic protection shall be the same as for normal temperature service, except that recognition should be given to the effects of decreased resistivity and increased cathodic protection current requirements in elevated temperature service on any IR component of the pipe-to-soil potential measurement. Possible depolarization effects due to high temperature operation shall also be considered.

**865.32 Galvanic anodes.** Consideration shall be given to the impact on the performance of close galvanic anodes (especially bracelet or ribbon type) subject to elevated temperatures due to their proximity to a hot, pipeline. Higher temperatures tend to increase both the current output and rate of degradation of most anode materials. Some anode materials may become more noble than steel at temperatures above 140°F in certain electrolytes. Zinc anodes containing aluminum are also susceptible to intergranular corrosion above 120°F.

### 865.4 Internal corrosion control

When gas or a mixture of gas and liquids or



padatan yang diketahui atau diantisipasi dapat menjadi korosif dialirka pada suhu tinggi, pertimbangan khusus harus diberikan atas identifikasi dan mitigasi kemungkinan adanya korosi internal. Tindakan ini diperlukan karena laju reaksi korosi bertambah dengan meningkatnya suhu dan tidak stabil. Tindakan monitoring dan mitigasi yang wajar dijelaskan pada butir 863.

#### **866 Korosi tegangan dan fenomena lain**

Fenomena disebabkan oleh lingkungan dan fenomena berkaitan dengan korosi yang lain, termasuk keretakan korosi tegangan, kelelahan korosi, keretakan tegangan hidrogen dan kerapuhan hidrogen telah diidentifikasi sebagai penyebab kegagalan pipa penyalur. Sejumlah besar pengetahuan dan data telah diperoleh dan dikumpulkan mengenai fenomena ini, dan riset-riset tentang penyebab dan penangkalnya terus berlangsung. Perusahaan pengelola hendaknya waspada mengenai bukti fenomena seperti ini selama penginspeksian semua pipa dan pada kesempatan lain seperti ini. Bila bukti kondisi seperti ini ditemukan, program investigasi harus dimulai dan tindakan remedial harus diambil seperlunya. Setiap bukti seperti ini harus menjadi pertimbangan dalam semua pemeriksaan kegagalan pipa penyalur. Perusahaan pengelola hendaknya mempersiapkan diri dengan teknologi mutakhir mengenai subyek tersebut atau berkonsultasi dengan pakar yang ahli atau melaksanakan keduanya.

Paragraf ini harus dibatasi pada persyaratan umum dan bukannya pada pembatasan khusus berkaitan dengan korosi tegangan. Korosi tegangan sekarang merupakan subjek program riset investigasi dan lebih banyak data khusus tentunya akan tersedia bagi pendesain pipa penyalur dan perusahaan pengelola di masa depan. Sementara itu standar ini menyarankan agar pengguna merujuk kepada pengetahuan mutakhir. Tingkat arus perlindungan katodik, mutu persiapan dan pelapisan, suhu operasi, tingkat tegangan dan kondisi tanah harus dipertimbangkan dalam desain dan pengoperasian pipa penyalur.

solids known or anticipated to be corrosive is transported at elevated temperatures, special consideration shall be given to the identification and mitigation of possible internal corrosion. Such measures are necessary because corrosion reaction rates increase with elevated temperatures and are not stable. Appropriate mitigation and monitoring measures are given in para. 863.

#### **866 Stress corrosion and other phenomena**

Environmentally induced and other corrosion-related phenomena, including stress corrosion cracking, corrosion fatigue, hydrogen stress cracking, and hydrogen embrittlement have been identified as causes of pipeline failure. Considerable knowledge and data have been acquired and assembled on these phenomena, and research is continuing as to their causes and prevention. Operating companies should be alert for evidence of such phenomena during all pipe inspections and at other such opportunities. Where evidence of such a condition is found, an investigative program shall be initiated and remedial measures taken as necessary. Any such evidence should be given consideration in all pipeline failure investigations. Operating companies should avail themselves of current technology on the subject or consult with knowledgeable experts, or both.

This paragraph must be limited to general statements rather than specific limits in regard to stress corrosion. Stress corrosion is currently the subject of investigative research programs and more specific data will certainly be available to the pipeline designer and operating company in the future. In the interim, this Code suggests that the user refer to the current state of the art. Cathodic protection current levels, quality of pipe surface preparation and coating, operating temperatures, stress levels, and soil conditions shall be considered in pipeline design and operations.



**867 Rekaman**

- a) Rekod yang menunjukkan perpipaan yang dilindungi secara katodik, fasilitas perlindungan katodik dan bangunan lain yang kena pengaruh oleh atau mempengaruhi sistem perlindungan katodik harus disimpan oleh perusahaan pengelola.
- b) Rekod pengetesan, survei, hasil inspeksi, kebocoran, dll. yang diperlukan untuk mengevaluasi efektivitas tindakan Pengendalian korosi harus dipertahankan dan disimpan selama perpipaan berada dalam servis

**867 Records**

- a) Records indicating cathodically protected piping, cathodic protection facilities, and other structures affected by or affecting the cathodic protection system shall be maintained by the operating company.
- b) Records of tests, surveys, inspection results, leaks, etc., necessary for evaluating the effectiveness of corrosion control measures, shall be maintained and retained for as long as the piping remains in service.





**Bab VII Hal-hal lain****870 Hal-hal lain****871 Pemberian odoran**

**871.1** Tiap gas yang didistribusikan kepada pelanggan melalui pipa servis atau pipa induk gas atau yang digunakan untuk tujuan domestik dalam *plant* kompresor yang secara alamiah tidak memiliki bau yang khas hingga tingkatan keberadaannya di atmosfer dapat dengan mudah dideteksi pada semua konsentrasi gas dari seperlima limit eksplosif lebih rendah dan di atasnya, harus memiliki odoran yang ditambahkan pada gas itu agar mudah dideteksi.

**871.11** Odorisasi tidak disyaratkan untuk :

- a) gas di bawah tanah atau tempat penyimpanan lainnya;
- b) gas yang akan diproses lebih lanjut atau digunakan di mana odoran tidak bermanfaat sebagai alat peringatan atau akan menyebabkan kerugian dalam proses;
- c) gas yang digunakan dalam operasi sewa beli atau operasi lapangan.

**871.12** Jika gas diserahkan untuk penggunaan utama pada salah satu aktivitas atau fasilitas yang dikecualikan di atas dan juga digunakan pada salah satu aktivitas berikut seperti untuk pemanas ruangan, refrigerasi, pemanas air, memasak, serta penggunaan domestik lainnya, atau jika gas tersebut digunakan untuk pemanas atau *air conditioning* untuk perkantoran atau tempat tinggal, maka gas harus diberi odoran.

**871.2** Setiap perusahaan pengelola harus menggunakan alat odorisasi yang didesain untuk tipe dan laju injeksi odoran yang digunakan.

**871.3** Setiap perusahaan pengelola harus menggunakan odoran sesuai dengan persyaratan berikut :

- a) Odoran bila dicampur dengan gas dalam jumlah tertentu tidak boleh membahayakan manusia atau merusak material yang ada dalam sistem gas dan

**Chapter VII Miscellaneous****870 Miscellaneous****871 Odorization**

**871.1** Any gas distributed to customers through gas mains or service lines or used for domestic purposes in compressor plants, which does not naturally possess a distinctive odor to the extent that its presence in the atmosphere is readily detectable at all gas concentrations of one-fifth of the lower explosive limit and above, shall have an odorant added to it to make it so detectable.

**871.11** Odorization is not required for:

- a) gas in underground or other storage;
- b) gas used for further processing or use where the odorant would serve no useful purpose as a warning agent or would be a detriment to the process;
- c) gas used in lease or field operations.

**871.12** If gas is delivered for use primarily in one of the above exempted activities or facilities and is also used in one of those activities for space heating, refrigeration, water heating, cooking, and other domestic uses, or if such gas is used for furnishing heat or air conditioning for office or living quarters, the gas shall be odorized.

**871.2** Each operating company shall use odorization equipment designed for the type and injection rate of odorant being used.

**871.3** Each operating company shall use an odorant in accordance with the following requirements.

- a) The odorant when blended with gas in the specified amount shall not be deleterious to humans or to the materials present in the gas system and shall not be soluble in



tidak boleh larut dalam air hingga tingkatan yang lebih besar dari 2½ bagian berat odoran dalam 100 bagian berat air.

- b) Produk pembakaran dari odoran harus non-toksik (tidak beracun) untuk manusia yang menghirup udara yang mengandung produk tersebut dan tidak boleh korosif atau merusak material yang nantinya akan berhubungan dengan produk pembakaran tersebut.
- c) Kombinasi odoran dan bau asli gas harus menghasilkan bau yang khas sedemikian rupa sehingga bila gas berada di udara pada konsentrasi 1% volume, bau tersebut dapat dengan mudah dideteksi oleh daya penciuman normal manusia.

**871.4** Untuk semua alat pemberi odoran, kecuali tipe *wick* kecil atau *by-pass*, atau alat odorisasi sejenis yang melayani pelanggan individu atau sistem distribusi kecil, setiap perusahaan pengelola harus menyimpan rekod yang berisi hal berikut:

- a) jenis odoran yang dimasukkan ke dalam gas;
- b) jumlah odoran yang diinjeksi perjuta kaki kubik.

**871.5** Tes konsentrasi odoran harus dilakukan oleh setiap perusahaan pengelola yang mensuplai gas melalui fasilitas-fasilitas yang memerlukan odorisasi. Titik-titik tes harus diletakkan jauh dari peralatan odorisasi, sehingga memberikan data yang dapat mewakili kondisi gas pada semua titik dalam sistem.

## 872 Sistem elpiji

**872.1** Elpiji umumnya mencakup butan, propan, dan campuran keduanya yang dapat disimpan dalam bentuk cair pada tekanan menengah (kira-kira 80 psig sampai 250 psig) pada suhu ambien.

**872.2** Standar ini dikaitkan hanya untuk aspek-aspek keselamatan tertentu elpiji bila gas tersebut diupkan dan digunakan sebagai baban bakar gas.

**872.3** Semua persyaratan ANSI/NFPA 58 dan ANSI/NFPA 59 serta Standar ini yang berkaitan dengan pendesainan,

water to a greater extent than 2½ parts of odorant to 100 parts of water by weight.

- b) The products of combustion from the odorant shall be nontoxic to humans breathing air containing s the products of combustion and shall not be corrosive or harmful to the materials with which such products of combustion would ordinarily come in contact.
- c) The combination of the odorant and the natural odor of the gas shall provide a distinctive odor so that when gas is present in air at the concentration of as much as 1% by volume, the odor is readily detectable by a person with a normal sense of smell.

**871.4** For all odorizers, except small wick-type or bypass-type, or similar odorizers serving individual customers or small distribution systems, each operating company shall maintain records containing the following items:

- a) the type of odorant introduced into the gas;
- b) the amount of odorant injected per million cubic feet.

**871.5** Odorant concentration tests shall be conducted by each operating company of the gas supplied through its facilities which requires odorization. Test points shall be remotely located from the odorizing equipment so as to provide data representative of gas at all points of the system.

## 872 Liquefied petroleum gas (LPG) systems

**872.1** Liquefied petroleum gases generally include butane, propane, and mixtures of the two that can be stored as liquids under moderate pressures (approximately 80 psig to 250 psig) at ambient temperatures.

**872.2** This Code is concerned only with certain safety aspects of liquefied petroleum gases when they are vaporized and used as gaseous fuels.

**872.3** All of the requirements of ANSI / NFPA 58 and ANSI/NFPA 59 and of this Code concerning design, construction, and



pembangunan, dan pengoperasian serta pemeliharaan fasilitas perpipaan harus diterapkan untuk sistem perpipaan yang menangani butan, propan, atau campuran gas-gas ini.

#### 872.4 Persyaratan keselamatan khusus untuk sistem ELPIJI

**872.41 Odorisasi.** Elpiji biasanya tidak beracun (non toksik), tapi untuk keselamatan, bila didistribusikan untuk keperluan pelanggan atau digunakan sebagai bahan bakar di tempat pekerja, harus diberi odoran. Kriteria untuk odorisasi diberikan dalam butir 871.

#### 872.42 Ventilasi

- a) Semua elpiji lebih berat dari pada udara; karena itu, bangunan di atas tanah, untuk tempat regulator, meter dan sebagainya, harus memiliki *vent* terbuka di dekat lantai dasarnya. Alat tersebut tidak boleh dipasang pada lubang atau dalam *vault* bawah tanah, kecuali jika sebelumnya telah dibuat langkah-langkah yang memadai untuk ventilasi paksa.
- b) Perhatian khusus diperlukan pada lokasi lubang pembuangan katup pelepas yang melepaskan elpiji ke atmosfer untuk mencegah terjadinya akumulasi gas-gas berat pada atau di bawah permukaan tanah. Di samping itu, tindakan pencegahan khusus diperlukan untuk kecukupan ventilasi di mana penggalian dibuat untuk memperbaiki kebocoran sistem distribusi elpiji bawah tanah.

#### 873 Pipa penyalur pada hak lintas pipa transmisi listrik swasta

Apabila pipa penyalur gas sejajar dengan pipa transmisi listrik *overhead* pada hak lintas yang sama, maka perusahaan pengelola pipa penyalur harus mengambil langkah-langkah pencegahan sebagai berikut.

**873.1** Menggunakan koneksi-koneksi *blowdown* yang mengarahkan gas menjauhi konduktor listrik.

**873.2** Memasang konduktor *bonding* pada titik-titik di mana pipa induk akan dipisahkan dan mempertahankan koneksi ini selama

operation and maintenance of piping facilities shall apply to piping systems handling butane, propane, or mixtures of these gases.

#### 872.4 Special safety requirements for LPG systems

**872.41 Odorization.** Liquefied petroleum gases are usually nontoxic, but for safety, when distributed for consumer use or used as fuel in a place of employment, shall be odorized. Criteria for odorization are given in para. 871.

#### 872.42 Ventilation

- a) All liquefied petroleum gases are heavier than air; hence, structures aboveground for housing regulators, meters, etc., shall have open vents near the floor level. Such equipment shall not be installed in pits or in underground vaults, except in cases where suitable provisions for forced ventilation are made.
- b) Special care is required in the location of relief valve discharge vents releasing LPG to the atmosphere to prevent accumulation of the heavy gases at or below ground level. Likewise, special precautions are necessary for adequate ventilation where excavations are made for the repair of leaks in an underground LPG distribution system.

#### 873 Pipelines on private right-of-way of electric transmission lines

Where gas pipelines parallel overhead electric transmission lines on the same right-of-way, the company operating the pipelines shall take the following precautions.

**873.1** Employ blowdown connections that will direct the gas away from the electric conductors.

**873.2** Install a bonding conductor across points where the main is to be separated and maintain this connection while the pipeline is



pipa penyalur terpisah. Kapasitas muat arus dari konduktor *bonding* hendaknya sekurang-kurangnya  $\frac{1}{2}$  kapasitas pembawa arus dari konduktor saluran overhead [lihat juga butir 862.114(b)].

separated. The current carrying capacity of the bonding conductor should be at least one-half of the current carrying capacity of the overhead line conductors. [See also para. 862.114(b).]





**Bab VIII Transmisi gas lepas pantai****A800 Transmisi gas lepas pantai****A801 Informasi umum**

Persyaratan dalam Bab ini hanya berkaitan dengan sistem transmisi gas lepas pantai seperti diuraikan pada butir A802.1. Dengan pengecualian bagian A840 hingga A842, A844 dan A847, Bab ini disusun agar sesuai dengan enam bab pertama dari Standard ini. Semua ketentuan dari ke-enam bab pertama standard ini juga merupakan persyaratan untuk bagian ini kecuali secara khusus ditentukan lain disini. Bab VII tidak berlaku. Dengan pengecualian diatas, paragraf yang dituju mengikuti ke-enam bab pertama dengan memakai awalan "A".

**A1.4 Ruang lingkup dan tujuan****A1.4.1 Ruang lingkup**

Bab Standar ini meliputi pendesainan, persyaratan material, pemabrikasian pemasangan, penginspeksian, pengetesan dan aspek keselamatan kerja pengoperasian dan pemeliharaan sistem transmisi gas lepas pantai. Untuk tujuan bab ini, sistem transmisi gas lepas pantai meliputi perpipaian gas lepas pantai, risers pipa penyalur, stasiun kompresor gas lepas pantai, perlengkapan perpipaian, penyangga pipa, konektor, dan komponen lain seperti dijelaskan secara khusus dalam Standar ini.

**A802.2 Tujuan**

Tujuan bab ini ialah memberikan persyaratan memadai untuk pendesainan yang dapat dipercaya dan aman, pemasangan, dan pengoperasian sistem transmisi gas lepas pantai. Persyaratan bab ini melengkapi persyaratan bab-bab lain standar ini. Karena itu bukanlah tujuan bab ini untuk menjadi *all-inclusive* dan ketentuan harus dibuat untuk setiap pertimbangan khusus yang tidak dinyatakan secara spesifik. Bab ini tidak bertujuan untuk menghalangi pengembangan dan penerapan peralatan dan teknologi baru. Aktivitas seperti ini digalakkan selama keselamatan

**Chapter VIII Offshore gas transmission****A800 Offshore gas transmission****A801 general**

Chapter VIII pertains only to offshore gas transmission systems as described in para. A802.1. With the exception of sections A840 through A842, A844 and A847, this Chapter is organized to parallel the numbering and the content of the first six chapters of the Code. All provisions of the first six chapters of the Code are also requirements of this Chapter unless specifically modified herein. Chapter VII is not applicable. With the exceptions noted above, paragraph designations follow those in the first six chapters with the prefix "A".

**A802 Scope and intent****A802.1 Scope**

This Chapter of the Code covers the design, material requirements, fabrication, installation, inspection, testing, and safety aspects of operation and maintenance of offshore gas transmission systems. For the purposes of this Chapter, offshore gas transmission systems include offshore gas pipelines, pipeline risers, offshore gas compressor stations, pipeline appurtenances, pipe supports, connectors, and other components as addressed specifically in the Code.

**A802.2 Intent**

The intent of this Chapter is to provide adequate requirements for the safe and reliable design, installation, and operation of offshore gas transmission systems. Requirements of this Chapter supplement the requirements of the remainder of the Code. Therefore, it is not the intent of this Chapter to be all-inclusive and provisions must be made for any special considerations which are not specifically addressed. It is not the intent of this Chapter to prevent the development and application of new equipment and technology. Such activity is encouraged as long as the safety and



dan persyaratan reliabilitas Standar ini memuaskan.

### A803 Definisi transmisi gas lepas pantai

beban aksidental - setiap beban atau kombinasi beban yang tidak direncanakan disebabkan oleh intervensi manusia

*breakaway coupling* - komponen yang dimasukkan ke dalam pipa penyalur untuk memperbolehkan pipa penyalur berpisah bila beban aksial yang ditentukan lebih dahulu diterapkan pada coupling tersebut

pelekukan - kondisi bila pipa penyalur mengalami deformasi plastik secukupnya untuk menyebabkan perkerutan permanen dalam dinding pipa atau deformasi penampang lintang yang berlebihan disebabkan oleh pelengkungan, aksial, dampak, dan/atau beban torsional secara tersendiri atau dalam kombinasi dengan tekanan hidrostatik.

detektor pelekukan - setiap alat untuk mendeteksi penyokan, kelebihan ovalisasi atau lengkungan dalam pipa penyalur

penahan pelekukan - setiap piranti yang dipautkan atau dibuat sebagai bagian pipa dengan maksud untuk menahan pelekukan propagasi

pelekukan kolom - Pelekukan beam atau pipa di bawah beban aksial kompresif di mana beban menyebabkan defleksi lateral tidak stabil

konektor - setiap komponen, kecuali flensa, digunakan untuk maksud menyambung dua bagian pipa secara mekanis

tekanan hidrostatik eksternal - tekanan atas setiap permukaan eksternal diakibatkan oleh terbenamnya ke dalam air

pipa fleksibel - pipa yang :

- a) dimanufaktur baik dari komponen logam dan non-logam.
- b) berkemampuan mengalami defleksi besar tanpa mempengaruhi integritas pipa secara merugikan; dan
- c) dimaksudkan menjadi bagian integral dari sistem transportasi produk permanen.

Pipa fleksibel tidak termasuk pipa baja

reliability requirements of the Code are satisfied.

### A803 Offshore gas transmission definitions

*accidental loads* - any unplanned load or combination of loads caused by man's intervention

*breakaway coupling*-a component introduced into the pipeline to allow the pipeline to separate when a predetermined axial load is applied to the coupling

*buckle* - a condition where the pipeline has undergone sufficient plastic deformation to cause permanent wrinkling in the pipe wall or excessive cross sectional deformation caused by bending, axial, impact, and/or torsional loads acting alone or in combination with hydrostatic pressure

*buckle detector* - any means for detecting dents, excessive ovalization, or buckles in a pipeline

*buckle arrestor* - any device attached to or made a part of the pipe for the purpose of arresting a propagating buckle

*column buckling* - buckling of a beam or pipe under compressive axial load in which loads cause unstable lateral deflection

*connectors* - any component, except flanges, used for the purpose of mechanically joining two sections of pipe

*external hydrostatic pressure* - pressure acting on any external surface resulting from its submergence in water

*flexible pipe* - pipe which is:

- a) manufactured from both metal and non metal components;
- b) capable of allowing large deflections without adversely affecting the pipe's integrity; and
- c) intended to be an integral part of the permanent product transportation system.

Flexible pipe does not include solid steel



padat, pipa plastik, pipa plastik diperkuat dengan fiber, selang karet, atau pipa baja padat diberi line dengan lining atau pelapis non-baja.

*lasan hiperbarik* - lasan yang dilakukan pada tekanan hidrostatik ambien dalam ruangan bawah air yang airnya dibuang dari permukaan yang akan dilas

*lepas pantai* - area melewati garis batas air pasang biasa sepanjang bagian pantai yang berhubungan langsung dengan laut bebas dan melewati garis yang menandai batas seaward dari perairan pantai.

*riser perpipaan lepas pantai* - bagian vertikal atau hampir vertikal sebuah pipa penyalur lepas pantai di antara perpipaan anjungan dan pipa penyalur pada atau di bawah dasar laut, termasuk panjang pipa sekurang-kurangnya lima diameter pipa melewati siku bagian bawah, lengkungan, atau fitting. Karena variasi konfigurasi yang luas, lokasi yang tepat dari transisi antara pipa penyalur, riser pipa penyalur dan perpipaan anjungan harus diseleksi berdasarkan kasus demi kasus.

*sistem pipa penyalur lepas pantai* - semua komponen pipa penyalur yang dipasang di lepas pantai untuk maksud mengangkut gas selain dari perpipaan fasilitas produksi. Selang pemuatan tongkang atau tanker tidak dipandang sebagai bagian sistem pipa penyalur lepas pantai.

*anjungan lepas pantai* - setiap struktur buatan manusia yang dipasang atau dijangkarkan secara permanen atau pulau buatan yang ditempatkan di lepas pantai

*ambruknya pipa* - deformasi pemipiohan pipa diakibatkan kehilangan kekuatan penampang lintang dan bentuk sirkular yang disebabkan hanya oleh tekanan hidrostatik eksternal berlebihan

*Perpipaan anjungan* : Karena variasi konfigurasi yang luas, letak yang tepat dari transisi di antara riser pipa penyalur lepas pantai, perpipaan anjungan dan fasilitas produksi harus dipilih berdasarkan kasus per kasus

a) Pada anjungan lepas pantai di mana hidrokarbon dihasilkan, pipa anjungan terdiri dari semua perpipaan transmisi

pipe, plastic pipe, fiber reinforced plastic pipe, rubber hose, or solid steel pipes lined with nonsteel linings or coatings.

*hyperbaric weld* - a weld performed at ambient hydrostatic pressure in submerged chamber from which the water has been removed from the surfaces to be welded

*offshore* - the area beyond the line of ordinary high water along that portion of the coast that is in direct contact with the open seas and beyond the line marking the seaward limit of inland coastal waters

*offshore pipeline riser* - the vertical or near vertical portion of an offshore pipeline between the platform piping and the pipeline at or below the seabed, including a length of pipe of at least five pipe diameters beyond the bottom elbow, bend, or fitting. Due to the wide variety of configurations, the exact location of transition between pipeline, pipeline riser, and platform piping must be selected on a case by case basis.

*offshore pipeline system* - all components of a pipeline installed offshore for the purpose of transporting gas other than production facility piping. Tanker or barge loading hoses are not considered part of the offshore pipeline system.

*offshore platform* - any man-made fixed or permanently anchored structure or artificial island located offshore

*pipe collapse* - flattening deformation of the pipe resulting in loss of cross-sectional strength and circular shape, which is caused by excessive external hydrostatic pressure acting alone

*Platform piping* : due to a wide variety of configurations, the exact location of the transition between the offshore pipeline riser(s), the platform piping, and the production facility shall be selected on a case-by-case basis.

a) On offshore platforms where hydrocarbon are produced, platform piping consists of all the gas transmission piping,



gas, perlengkapan, dan komponen yang terdapat antara fasilitas produksi dan riser pipa penyalur lepas pantai. Ini termasuk setiap kompresor gas dan perpipaan yang bukan menjadi bagian dari fasilitas produksi.

- b) Pada anjungan lepas pantai di mana hidrokarbon tidak diproduksi, perpipaan anjungan terdiri dari semua perpipaan transmisi gas, kompresor, perlengkapan, dan komponen diantara riser-riser perpipaan lepas pantai.

*pelekukan propagasi* - suatu pelekukan yang berlangsung secara cepat sepanjang pipa penyalur disebabkan oleh efek tekanan hidrostatik eksternal pada pelekukan yang terjadi sebelumnya, ambruk lokal, atau deformasi penampang lintang lain

*pull tube* - suatu conduit yang dipautkan pada anjungan lepas pantai melalui mana sebuah riser dapat dipasang.

*pull tube riser* - pipa atau pipa-pipa riser yang dipasang melalui *pull tube*

*return interval* - interval waktu rata-rata antara peristiwa-peristiwa gelombang desain secara suksesif yang sama atau berlebihan

*pencairan tanah* - kondisi tanah, disebabkan secara khusus oleh *dynamic cyclic loading* (misalnya; gempa bumi, gelombang) bila tegangan shear efektif di dalam tanah berkurang sampai nol dan tanah menunjukkan sifat *liquid splash zone* - area riser pipa penyalur atau komponen pipa penyalur lain yang saling berganti basah dan kering karena gelombang dan air pasang.

*weight coating* - setiap pelapisan yang dipautkan pada pipa penyalur untuk tujuan meningkatkan gravitasi spesifik dari pipa penyalur.

#### **A811 Kualifikasi material dan peralatan**

Pipa, pipa plastik, pipa plastik dengan penguat non metalik, pipa besi cor dan pipa besi duktil yang tidak bisa diidentifikasi tidak boleh digunakan untuk mengangkut gas

appurtances, and components that are between the production facility and the offshore pipeline riser(s). This includes any gas compressors and piping that are not a part of the production facility.

- b) On offshore platforms where hydrocarbon are not produced, platform piping consists of all the gas transmission piping, compressors, appurtenances, and components between the offshore pipeline risers.

*propagating buckle* - a buckle which progresses rapidly along a pipeline caused by the effect of external hydrostatic pressure on a previously formed buckle, local collapse, or other cross-sectional deformation

*pull tube* - a conduit attached to an offshore platform through which a riser can be installed

*pull tube riser* - riser pipe or pipes installed through a pull tube

*return interval* - average time interval between successive events of design wave being equalled or exceeded

*soil liquefaction* - a soil condition, typically caused by dynamic cyclic loading (e.g., earthquake, waves) where the effective shear stresses in the soil are reduced to zero, and the soil exhibits the properties of a liquid splash zone - the area of the pipeline riser or other pipeline components which is intermittently wet and dry due to wave and tidal action

*weight coating* - any coating attached to the pipeline for the purpose of increasing the pipeline specific gravity

#### **A811 Qualification of materials and equipment**

" Unidentified" pipe, plastic pipe, plastic pipe with nonmetallic reinforcement, cast iron pipe, and ductile iron pipe shall not be used



alam.

#### A814 Spesifikasi material

**A814.1** *Material weight coating* konkrit (semen, agregat, baja penguat) harus memenuhi atau melampaui persyaratan standar ASTM yang berlaku.

Pipa fleksibel harus dimanufaktur dari bahan yang memenuhi persyaratan ASTM atau standar ASME yang berlaku.

**A814.2** Di samping persyaratan yang tercantum dalam standar referensi, persyaratan lain tertentu dapat dipertimbangkan untuk pipa dan komponen lain yang digunakan di lepas pantai, tergantung pada kedalaman air, suhu air, tekanan internal, komposisi produk, suhu produk, metode pemasangan dan/atau kondisi pembebanan yang lain. Karena itu pertimbangan dapat mencakup satu atau lebih hal berikut :

- a) toleransi ketebalan dinding
- b) toleransi diameter luar
- c) *out-of- roundness*
- d) kuat luluh dan kuat tarik maksimum dan minimum
- f) ekuivalen carbon maksimum
- g) kekokohan fraktur
- h) kekerasan
- i) pengetesan hidrostatik pabrik pipa dan pengetesan mekanis lain.

#### A817. Kondisi Untuk Pipa Yang Dipakai Kembali Dan Dikualifikasi Ulang

##### A.817.1 Pipa yang tidak teridentifikasi

Pipa yang tidak teridentifikasi tidak boleh digunakan untuk pipa penyalur bawah laut.

##### A.817.2 Kualifikasi ulang sistem pipa penyalur

Sistem pipa penyalur yang telah digunakan sebelumnya untuk servis transmisi gas boleh dikualifikasi ulang dengan mengacu kondisi:

- (a) Pipa penyalur memenuhi pertimbangan desain dalam butir A841, A842, dan A843
- (b) Sistem pipa penyalur memenuhi

for transporting natural gas.

#### A814 Material specifications

**A814.1** Concrete weight coating materials (cement, aggregate, reinforcing steel) shall meet or exceed the requirements of applicable ASTM standards.

Flexible pipe shall be manufactured from materials meeting the requirements of applicable ASTM or ASME standards.

**A814.2** In addition to the requirements contained in referenced standards, certain other requirements may be considered for pipe and other components used offshore, depending on water depth, water temperature, internal pressure, product composition, product temperature, installation method and/or other loading conditions. Thus, consideration may include one or more of the following:

- a) wall thickness tolerance
- b) outside diameter tolerance
- c) out-of-roundness
- d) maximum and minimum yield and tensile strengths
- f) maximum carbon equivalent
- g) fracture toughness
- h) hardness
- i) pipe mill hydrostatic testing and other mechanical testing.

#### A817. Conditions For The Reuse And Requalification Of Pipe

##### A.817.1 Unidentified Line Pipe

Unidentified line pipe shall not be used for subsea pipeline.

##### A.817.2 Requalification of Pipeline Systems.

A pipeline system that has previously been used for gas transmission services may be requalified, subject to the following conditions:

- (a) The pipeline system meets the design considerations in paras. A841, A842, and A843
- (b) The pipeline system meets the



persyaratan hidrotes dalam butir A847.1 sampai A847.6. Sebagai tambahan, jika sistem pipa penyalur dipindah maka harus memenuhi persyaratan uji *Buckle* dalam butir A847.7.

### A.817.3 Penggunaan ulang Pipa

Pipa bekas dapat digunakan kembali dengan mengikuti kondisi:

- (a) Pipa memenuhi pertimbangan desain dalam butir A841, A842, dan A843.
- (b) Pipa memenuhi persyaratan pengujian dalam butir A847.
- (c) Pipa harus diinspeksi sesuai butir 817.13 untuk mengidentifikasi cacat yang mempengaruhi kemampuan servis pipa. Bila cacat tersebut teridentifikasi, harus dihilangkan atau diperbaiki.

hydrotesting requirements in paras. A847.1 through A847.6. In addition if the pipeline system is moved, it shall also meet the testing for buckles requirement in para. A847.7.

### A.817.3 Reuse of Pipe

Used pipe may be reused, subject to the following conditions:

- (a) The pipe meets the design considerations in paras. A841, A842, and A843.
- (b) The pipe meets the testing requirements in the para A847.
- (c) The pipe shall be inspected per para 817.13 to identify any defects that impair the serviceability of the pipe. If such defects are identified, they shall be removed or repaired.

## A820 Pengelasan pipa penyalur lepas pantai

### A821 Umum

#### A821.1 Ruang lingkup

Section ini mengenai pengelasan material baja karbon yang digunakan dalam pipa penyalur di lingkungan lepas pantai. Pengelasan dimaksud dapat dilakukan di bawah kondisi atmosferis atau hiperbarik.

#### A821.2 Proses pengelasan

Pengelasan dapat dilakukan dengan setiap proses atau kombinasi proses yang menghasilkan lasan yang memenuhi persyaratan kualifikasi prosedur Standar ini dan dapat diinspeksi dengan cara konvensional.

#### A821.3 Persyaratan

- a) Sebelum dilakukan pengelasan atmosferik setiap pipa, komponen perpipaan, atau peralatan terkait, Spesifikasi Prosedur Pengelasan harus ditulis dan prosedur tersebut dikualifikasi. Prosedur yang telah disetujui harus mencakup semua perincian yang berlaku dalam daftar *API Standard 1104*.

## A820 Welding offshore pipelines

### A821 General

#### A821.1 Scope

This section concerns the welding of carbon steel materials that are used in a pipeline in the offshore environment. The welding covered may be performed under atmospheric or hyperbaric conditions.

#### A821.2 Welding processes

The welding may be done by any process or combination of processes which produce welds that meet the procedure qualification requirements of this Code and can be inspected by conventional means.

#### A821.3 Requirements

- a) Prior to atmospheric welding of any pipe, piping components, or related equipment, Welding Procedure Specifications shall be written and the procedure qualified. The approved procedure shall include all of the applicable details listed in *API Standard 1104*.



- b) Sebelum dilakukan pengelasan hiperbarik setiap pipa, komponen perpipaan, atau peralatan terkait, Spesifikasi Prosedur Pengelasan harus ditulis dan prosedur tersebut dikualifikasi. Prosedur yang telah disetujui harus mencakup semua perincian yang berlaku yang terdapat dalam daftar *API Standard 1104* dan *ANSI/AWS D3.6*.
- c) Setiap juru las atau operator pengelasan harus dikualifikasi untuk prosedur baku sebelum melaksanakan pengelasan pada pipa, komponen perpipaan atau peralatan terkait yang dipasang sesuai dengan Standar ini.
- d) Kualifikasi prosedur pengelasan, dan juga kualifikasi juru las atau operator juru las hanya berlaku dalam batas spesifikasi prosedur pengelasan. Jika perubahan dibuat dalam perincian tertentu, yang disebut "variabel esensial" atau "perubahan esensial", diperlukan kualifikasi tambahan. variabel esensial *API Standard 1104* harus mengambil preseden dalam hal yang tidak dipengaruhi oleh lingkungan bawah air, dan *ANSI/AWS D3.6* harus mengatur perubahan esensial yang berkaitan dengan lingkungan pengelasan dan kondisi pekerjaan bawah air.

### A823 Kualifikasi prosedur dan juru las

Kualifikasi prosedur dan juru las harus sesuai dengan persyaratan butir 823, kecuali butir 823.1 dan 823.2 tidak berlaku untuk lepas pantai.

- a) Prosedur las dan juru las yang melakukan las atmosferis dalam section ini harus dikualifikasi sesuai dengan standar *API 1104*, kecuali untuk aplikasi bilamana desain, material, pabrikasi, inspeksi dan pengetesan adalah sesuai dengan *BPV Code, Section VIII*, prosedur pengelasan dan juru las harus dikualifikasi sesuai dengan *BPV Code, Section IX*.
- b) Prosedur las dan juru las yang melakukan las hiperbarik dalam section ini harus dikualifikasi sesuai dengan ketentuan tes standar *API Standar 1104*

- b) Prior to hyperbaric welding of any pipe, piping components, or related equipment, Welding Procedure Specifications shall be written and the procedure qualified. The approved procedure shall include all of the applicable details listed in *API Standard 1104* and *ANSI/AWS D3.6*.
- c) Each welder or welding operator shall be qualified for the established procedure before performing any welding on any pipe, piping component, or related equipment installed in accordance with this Code.
- d) Welding procedure qualifications, as well as welder or welding operator qualifications, are valid only within the specified limits of the welding procedure. If changes are made in certain details, called "essential variables" or "essential changes", additional qualification is required. *API Standard 1104* essential variables shall take precedence in matters not affected by the underwater environment, and *ANSI/AWS D3.6* shall govern those essential changes related to the underwater welding environment and working conditions.

### A823 Qualification of procedures and welders

Qualification of procedures and welders shall be in accordance with the requirements of para. 823, except paras. 823.1 and 823.2 do not apply offshore.

- a) Welding procedures and welders performing atmospheric welding under this section shall be qualified under *API Standard 1104*, except that for applications in which design, materials, fabrication, inspection, and testing are in accordance with *BPV Code, Section VIII*, welding procedures and welders shall be qualified under *BPV Code, Section IX*.
- b) Welding procedures and welders performing hyperbaric welding under this section shall be qualified in accordance with the testing provisions of *API*



sebagai pelengkap dari ANSI/AWS D3.6, Spesifikasi Untuk Pengelasan Bawah Air untuk Jenis Lasan "O".

Standard 1104 as supplemented by ANSI/AWS D3.6, Specification for Underwater Welding for Type "O" Welds.

### A825 Pelepasan tegangan

Ketentuan perlakuan pelepasan tegangan dapat ditiadakan tanpa menghiraukan ketebalan dinding, asalkan hal ini dapat didemonstrasikan bahwa prosedur lasan yang memuaskan tanpa penggunaan perlakuan panas pasca lasan telah dikembangkan. Demonstrasi seperti ini harus dilakukan pada material dan pada kondisi yang mensimulasi, sepraktis mungkin hasil lasan yang aktual. Pengukuran harus dilakukan atas sifat-sifat tarikan, kekokohan dan kekerasan lasan dan zona yang dipengaruhi panas. Perlakuan pelepasan tegangan tidak diperlukan jika:

- a) Pengukuran menunjukkan bahwa sifat-sifat *metalurgical* dan mekanis lasan berada dalam batas yang dispesifikasikan untuk material dan servis yang dimaksudkan; dan
- b) Analisa perekayasaan dilakukan untuk memastikan bahwa sifat-sifat mekanis pengelasan dan tegangan residual tanpa perlakuan panas pasca lasan memuaskan untuk servis yang dimaksud. Dalam beberapa hal, pengukuran tegangan residual mungkin diperlukan.

### A826 Uji pengelasan dan inspeksi

**A826.2** Inspeksi dan pengujian untuk pengendalian mutu pengelasan pada sistem perpipaan

**A826.21 Tujuan pemeriksaan.** Seratus persen jumlah keseluruhan lasan *field butt* melingkar pada pipa penyalur lepas pantai harus di-inspeksi secara *non-destruktif*, jika praktis, tetapi dalam hal bagaimanapun tidak kurang dari 90% lasan seperti itu harus diinspeksi. Penginspeksian tersebut harus meliputi 100% panjang lasan yang diinspeksi.

**A826.22 Standar akseptabilitas.** Semua lasan yang diinspeksi harus memenuhi standar akseptabilitas API Standard 1104 atau BVP Code, Section VIII, sebagaimana sesuai untuk servis lasan, atau direparasi secara tepat dan di-inspeksi ulang atau

### A825 Stress relieving

Stress relieving requirements may be waived, regardless of wall thickness, provided that it can be demonstrated that a satisfactory welding procedure without the use of postweld heat treatment has been developed. Such a demonstration shall be conducted on materials and under conditions which simulate, as closely as practical, the actual production welding. Measurements shall be taken of the tensile, toughness, and hardness properties of the weld and heat-affected zone. No stress relieving will be required if:

- a) the measurements indicate that the metalurgical and mechanical properties are within the limits specified for the materials and intended service; and
- b) an engineering analysis is conducted to assure that the mechanical properties of the weldment and the residual stresses without postweld heat treatment are satisfactory for the intended service. In some cases, measurement of residual stresses may be required.

### A826 Welding and inspection tests

**A826.2** Inspection and tests for quality control of welds on piping systems

**A826.21 Extent of examination.** One hundred percent of the total number of circumferential field butt welds on offshore pipelines shall be nondestructively inspected, if practical, but in no case shall less than 90% of such welds be inspected. The inspection shall cover 100% of the length of such inspected welds.

**A826.22 Standard of acceptability.** All welds which are inspected must meet the standards of acceptability of API Standard 1104 or BPV Code, Section VIII, as appropriate for the service of the weld, or be appropriately repaired and reinspected or



dibuang.

**A826.23 Batas penerimaan *flaw* alternatif.** Untuk lasan girth pada pipa penyalur, batas penerimaan *flaw* alternatif dapat ditetapkan berdasarkan pada analisa mekanis fraktur dan kriteria fitness-for-purpose sebagaimana diuraikan dalam *API Standard 1104*. Standar penerimaan alternatif seperti ini harus ditunjang dengan analisa tegangan yang baik, persyaratan tes prosedur pengelasan suplemen, dan pemeriksaan non-destruktif melebihi persyaratan minimum yang dispesifikasikan dalam standar ini. Ketepatan teknik non-destruktif untuk pengukuran kedalaman *flaw* harus di-verifikasi dengan data yang cukup untuk menetapkan probabilitas bagi alowans kesalahan inspeksi yang diusulkan.

### **A830 Komponen sistem pipa dan detail pabrikasi**

#### **A830.1 Umum**

Maksud section ini ialah memberikan satu set kriteria untuk komponen sistem yang akan digunakan dalam penerapan lepas pantai

#### **A831 Komponen sistem perpipa**

Besi cor atau besi duktul tidak boleh digunakan dalam flensa, fitting, atau komponen shell katup.

Semua komponen sistem untuk penerapan lepas pantai harus sanggup menahan beban yang sama dengan aman ketika pipa sedang dioperasikan dalam mana komponen tersebut dimasukkan, kecuali "*weak links*" (misalnya *break-away couplings*) yang di-desain dalam satu sistem untuk gagal berfungsi di bawah beban spesifik. Pertimbangan harus diberikan untuk meminimumkan konsentrasi tegangan.

Komponen sistem yang tidak dicakup secara spesifik pada butir 831 harus divalidasi untuk fitnes oleh salah satu yang berikut.

a) pengetesan komponen prototipe skala penuh yang didokumentasikan atau rakitan khusus, atau

b) sejarah penggunaan komponen ini yang

removed.

**A826.23 Alternative *flaw* acceptance limits.** For girth welds on a pipeline, alternative *flaw* acceptance limits may be established based upon fracture mechanics analyses And fitness-for-purpose criteria as described in *API Standard 1104*. Such alternative acceptance standards shall be supported by appropriate stress analyses, supplementary welding procedure test requirements, and nondestructive examinations beyond the minimum requirements specified herein. The accuracy of the nondestructive techniques for *flaw* depth measurement shall be verified by sufficient data to establish probabilities for the proposed inspection error allowance.

### **A830 Piping system components and fabrication details**

#### **A830.1 General**

The purpose of the section is to provide a set of criteria for system components to be used in an offshore application.

#### **A831 Piping system components**

Cast iron or ductile iron shall not be used in flanges, fittings, or valve shell components.

All system components for offshore applications shall be capable of safely resisting the same loads as the pipe in the run, in which they are included, except "*weak links*" (e.g., *break-away couplings*) designed into a system to fail under specific loads. Consideration should be given to minimizing stress concentrations.

System components which are not specifically covered in para. 831 shall be validated for fitness by either:

a) documented full scale prototype testing of the components or special assemblies; or

b) a history of successful usage of these



sukses atau rakitan khusus yang dihasilkan dengan metode desain yang sama. Tindakan hati-hati harus dijaga dalam setiap aplikasi baru desain yang ada untuk menjamin kesesuaian bagi servis yang dimaksud.

components or special assemblies produced by the same design method. Care should be exercised in any new application of existing designs to insure suitability for the intended service.

### **A832 Ekspansi dan fleksibilitas**

Kalkulasi ekspansi dan kontraksi termal harus mempertimbangkan diferensial suhu antara suhu material selama operasi dan suhu material selama pemasangan.

### **A832 Expansion and flexibility**

Thermal expansion and contraction calculations shall consider the temperature differential between material temperature during operations and material temperature during installation.

### **A834 Penyanggaan dan penjangkaran untuk perpipaan yang terekspos**

Penyangga dan penjangkaran untuk riser dan perpipaan anjungan harus menurut persyaratan butir 834, kecuali bahwa tidak ada pemautan selain dari encircling member yang harus dilas secara langsung pada pipa penyalur (lihat butir A842.27).

### **A834 Supports and anchorage for exposed piping**

Supports and anchorage for platform piping and risers shall conform to the requirements of para. 834, except that no attachment other than an encircling member shall be welded directly to the pipeline (see para. A842.27).

### **A835 Penjangkaran untuk pipa yang ditanam**

Ekspansi termal dan kalkulasi kontraksi harus mempertimbangkan efek material pengurukan *saturated* penuh pada *soil restraint*. Jika pipa penyalur yang terbenam akan diletakkan melintasi zona patahan yang diketahui, atau di daerah peka-gempa di mana patahan baru mungkin terjadi, pertimbangan dalam sistem pipa penyalur dan komponennya harus diberikan untuk meminimalkan kemungkinan kerusakan yang disebabkan oleh kegiatan sesmik. Persyaratan butir 835.51 untuk *header* dan koneksi cabang tidak berlaku bagi sistem perpipaan terbenam lepas pantai. Suatu cara yang tepat untuk mencegah tegangan pada koneksi perpipaan terbenam lepas pantai ialah untuk memberikan fleksibilitas yang memadai pada koneksi cabang pada di dasar laut.

### **A835 Anchorage for buried piping**

Thermal expansion and contraction calculations shall consider the effects of fully saturated backfill material on soil restraint. When a submerged pipeline is to be laid across a known fault zone, or in an earthquake-prone area where new faults are a possibility, consideration shall be given to the need for flexibility in the pipeline system and its components to minimize the possibility of damage due to seismic activity. The requirements of para. 835.51 for header and branch connections are not applicable to offshore submerged piping systems. An appropriate means of preventing undue stresses at offshore submerged piping connections is to provide adequate flexibility at branch connections on the seabed.

### **A840 Pendesainan, pemasangan dan pengetesan**

### **A840 Design, installation, and testing**

#### **A840.1 Ketentuan Umum**

Pendesainan, pemasangan dan pengetesan sistem transmisi gas lepas pantai harus

#### **A840.1 General provisions**

The design, installation, and testing of offshore gas transmission systems shall be



sesuai dengan Bab IV yang khusus disesuaikan dengan ketentuan Bab VIII. Juga ketentuan Bab IV yang tergantung pada kelas lokasi dan jenis konstruksi tidak berlaku pada sistim transmisi gas lepas pantai, kecuali jika pipa lepas pantai mendekati daerah pantai haruslah diberi desain tambahan dan diuji menurut ketentuan kelas lokasi seperti yang ditentukan pada paragraf A840.2

#### **A840.2 Pendekatan garis pantai**

Jalur pipa lepas pantai yang dekat garis pantai harus didisain sebagai tambahan dan diuji secara konsisten sesuai dengan persyaratan kelas lokasi seperti yang ditentukan di seksi 840, kecuali itu

- a) Jalur pipa lepas pantai di lokasi kelas 3 dan 4 dapat diuji hidrostatik alternatif pada tekanan 1,25 kali dari tekanan operasi maksimum selama persyaratan dari seksi A847 dipenuhi.
- b) Untuk jalur pipa lepas pantai, persyaratan seksi A847 supersede para 841.32

#### **A841 Pertimbangan desain**

##### **A841.1 Kondisi desain**

Sejumlah parameter fisik, selanjutnya dirujuk sebagai kondisi desain, mengatur desain sistem pipa penyalur lepas pantai sehingga sistem ini memenuhi persyaratan pemasangan, pengoperasian dan pasca pemasangan lain. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keselamatan dan reliabilitas saluran pipa lepas pantai dan riser meliputi

- a) gelombang
- b) arus
- c) tanah laut
- d) angin
- e) es
- f) aktivitas seismik
- g) gerakan anjungan
- h) suhu
- i) tekanan
- j) kedalaman air
- k) *settlement* penunjang

in accordance with Chapter IV as specifically modified by the provisions of Chapter VIII. Also all provisions of Chapter IV that depend on location class and construction type do not apply to offshore gas transmission systems, except that offshore pipelines approaching shoreline areas shall be additionally designed and tested consistently with class location provisions as determined in para A840.2.

#### **A840.2 Shoreline approach**

Offshore pipelines approaching shoreline areas shall be additionally designed and tested consistently with class location provisions as determined in section 840, except that

- a) Offshore pipelines in Location Class 3 and 4 may alternatively be hydrostatically tested to a pressure not less than 1.25 times the maximum operating pressure so long as the provisions of section A826 are met
- b) For offshore pipelines, the provisions of section A847 supersede para. 841.32

#### **A841 Design considerations**

##### **A841.1 Design Conditions**

A number of physical parameters, henceforth referred to as design conditions, govern design of the offshore pipeline system so that it meets installation, operation, and other post-installation requirements. Some of the factors which may influence the safety and reliability of an offshore pipeline and riser include;

- a) waves
- b) current
- c) marine soils
- d) wind
- e) ice
- f) seismic activity
- g) platform motion
- h) temperature
- i) pressure
- j) water depth
- k) support settlement
- l) accidental loads



l) beban aksidental  
 m) perkapalan komersial  
 n) aktivitas penangkapan ikan/udang  
 Desain pipa penyalur lepas pantai sering dikontrol oleh pertimbangan pemasangan dari pada pertimbangan kondisi beban pengoperasian.

#### **A841.2 Pertimbangan desain pemasangan**

Desain pipa penyalur lepas pantai yang sesuai untuk pemasangan yang aman dan pengembangan prosedur konstruksi pipa penyalur lepas pantai harus didasarkan pada pertimbangan parameter dalam butir A841.21 sampai dengan A841.25. Parameter ini harus dipertimbangkan sejauh hal tersebut penting bagi sistem yang diusulkan dan dapat diterapkan menurut metode pemasangan yang sedang dipertimbangkan.

**A841.21 Bobot.** Efek bobot pipa atau bobot rakitan pipa penyalur (di udara dan terbenam dalam air) atas tegangan dan tekanan pemasangan harus dipertimbangkan. Variabilitas karena bobot yang menyebabkan toleransi pemanufakturan dan penyerapan air juga harus dipertimbangkan.

**A841.22 Profil.** Variasi kedalaman air sepanjang rute pipa penyalur harus dipertimbangkan. Efek pasang surutnya air harus dicakup untuk lokasi dimana variasi bagian penting kedalaman air. *Bottom slope*, rintangan atau ketidak-teraturan yang mempengaruhi tegangan pemasangan harus dipertimbangkan.

**A841.23 Beban lingkungan.** Tenaga lingkungan lokal termasuk yang disebabkan oleh angin, gelombang, arus, es, aktivitas seismik dan fenomena alamiah lain mengalami perubahan drastis di area lepas pantai. Perubahan potensial harus dipertimbangkan selama desain dan perencanaan kontigensi.

**A841.24 Beban** yang dikenakan oleh peralatan konstruksi dan gerakan bejana. Ciri-ciri perilaku dan pembatas peralatan instalasi harus dipertimbangkan dalam desain instalasi. Gerakan bejana harus

m) commercial shipping  
 n) fishing/shrimping activities.

The design of offshore pipelines is often controlled by installation considerations rather than by operating load conditions.

#### **A841.2 Installation design considerations**

The design of an offshore pipeline system suitable for safe installation and the development of offshore pipeline construction procedures shall be based on consideration of the parameters listed in paras. A841.21 through A841.25. These parameters shall be considered to the extent that they are significant to the proposed system and applicable to the method of installation being considered.

**A841.21 Weight.** The effect of pipe or pipeline assembly weights (in air and submerged) on installation stresses and strains shall be considered. Variability due to weight costing manufacturing tolerances and water absorption shall also be considered.

**A841.22 Profile.** Variations in water depth along the pipeline route shall be considered. The effect of tides shall be included for locations where such variations are a significant fraction of the water depth. Bottom slope, obstructions, or irregularities which affect installation stresses shall be considered.

**A841.23 Environmental loads.** Local environmental forces including those induced by wind, wave, currents, ice, seismic activity, and other natural phenomenon are subject to radical change in offshore areas. The potential changes should be considered during installation design and contingency planning.

**A841.24 Loads** imposed by construction equipment and vessel motions. Limitations and behavioral characteristics of installation equipment shall be considered in the installation design. Vessel motions shall be



dipertimbangkan jika hal ini diduga akan mengakibatkan timbulnya tegangan pipa atau kerusakan pipa/pelapis pipa yang dapat menghalangi perbaikan pipa penyalur.

#### **A841.25 Tanah bagian bawah.**

Karakteristik tanah harus dipertimbangkan bila prosedur pemasangan dikembangkan untuk yang berikut :

- a) pemasangan riser dalam *pull tubes*
- b) meletakkan tikungan horizontal dalam pipa penyalur
- c) *bottom tows* pipa penyalur
- d) pengurukan dan pamaritan

#### **A841.3 Pertimbangan desain operasional**

**A841.31 Klasifikasi pembebanan.** Semua bagian pipa penyalur lepas pantai dan sistem riser harus didesain untuk menghadapi kombinasi beban lingkungan desain dan operasional yang paling kritis, yang secara serentak dapat mempengaruhi sistem tersebut. Beban desain angin, gelombang dan arus harus didasarkan pada desain return interval tidak kurang dari lima kali umur desain pipa penyalur atau 100 tahun yang mana yang lebih kecil. Jika filosofi pengoperasian saluran pipa adalah operasi dengan me-maintain beban operasional penuh selama topan desain, maka sistem harus didesain untuk menghadapi aksi beban lingkungan dan operasional yang berlangsung serentak. Jika filosofi pengoperasian ialah operasi yang dikurangi atau dihentikan selama kondisi topan desain, maka sistem harus didesain untuk kedua hal di bawah ini :

- a) Beban operasional penuh plus beban lingkungan koincidental maksimum
  - b) Beban lingkungan desain plus beban operasional yang dikurangi secara layak.
- Arah gelombang, angin dan arus harus dipertimbangkan untuk menentukan kombinasi pembebanan di atas yang diduga paling kritis.

considered if they are expected to result in pipe stresses or pipe/coating sufficient to impair the serviceability of the pipeline.

**A841.25 Bottom soil.** Soil characteristics shall be considered when installation procedures are developed for the following:

- a) riser installation in pull tubes
- b) laying horizontal curves in the pipeline routing
- c) pipeline bottom tows
- d) trenching and backfilling

#### **A841.3 Operational design considerations**

**A841.31 Loading classifications.** All parts of the offshore pipeline and riser system shall be designed for the most critical combination of operational and design environmental loads, acting concurrently, to which the system may be subjected. Wind, wave, and current design loads should be based on a design return interval no less than five times the design life of the pipeline or 100 year which is smaller. If the pipeline operating philosophy is such that operations with full operational loads will be maintained during design storms, then the system shall be designed for concurrent action of operational and design environmental loads.

If the operating philosophy is such that operations will be reduced or discontinued during design storm conditions, then the system shall be designed for both:

- a) full operational loads plus maximum coincidental environmental loads;
  - b) design environmental load plus appropriate reduced operational
- Directionality of waves, winds and currents shall be considered to determine the most critical expected combination of above loadings.



**A841.32 Beban operasional.** Beban operasional yang harus dipertimbangkan adalah kekuatan yang menekan sistem pipa penyalur di bawah kondisi lingkungan statis (yaitu tidak termasuk angin, gelombang, arus dan pembebanan dinamis lainnya).

Beban yang harus dipertimbangkan sebagai beban operasional mencakup :

- a) Bobot rentangan pipa tanpa penyangga, termasuk (jika wajar) bobot:
  - 1) pipa;
  - 2) pelapis dan air yang diserapnya;
  - 3) pautan pada pipa;
  - 4) isi yang diangkut
- b) tekanan eksternal dan internal;
- c) ekspansi dan kontraksi termal;
- d) daya apung;
- e) prestressing (eksklusif konfigurasi pipa yang ditekan secara struktural seperti dalam *pull tube riser bend*);
- f) Pembebanan yang disebabkan tanah statis (misalnya kelebihan beban).

Efek *prestressing*, seperti lekukan permanen disebabkan oleh pemasangan, harus dipertimbangkan bila hal itu mempengaruhi kemampuan servis pipa penyalur.

#### **A841.33 Beban lingkungan desain.**

Pembebanan yang harus dipertimbangkan di bawah kategori ini termasuk, jika wajar, adalah yang timbul karena :

- a) gelombang;
- b) arus;
- c) angin;
- d) aktifitas seismik;
- e) pembebanan aksidental (misalnya, *trawl boards*, jangkar);
- f) pembebanan yang disebabkan oleh tanah dinamis (misalnya, longsoran lumpur, pencairan tanah);
- g) beban es (misalnya, bobot, dampak pengambangan, *scouring*).

#### **A842 Pertimbangan kekuatan**

Analisa pemasangan dan desain harus didasarkan pada metode rekayasa yang dapat diterima, kekuatan material dan kondisi desain yang berlaku.

##### **A842.1 Pertimbangan kekuatan selama pemasangan**

**A841.32 Operational loads.** Operational loads which shall be considered are those forces imposed on the pipeline system under static environmental conditions (i.e., excluding wind, waves, current, and other dynamic loadings).

Loads which should be considered as operational loads include:

- a) weight of unsupported span of pipe, including (as appropriate) the weight of:
  - 1) pipe;
  - 2) coatings and their absorbed water,
  - 3) attachments to the pipe;
  - 4) transported contents;
- b) internal and external pressure;
- c) thermal expansion and contraction;
- d) buoyancy;
- e) prestressing (exclusive of structurally restrained pipe configurations, such as in a pull-tube riser bend);
- f) static soil induced loadings (e.g., overburden).

The effects of prestressing, such as permanent curvatures induced by installation, should be considered when they affect the serviceability of the pipeline.

#### **A841.33 Design environmental loads.**

Loadings which should be considered under this category include, as appropriate, those arising due to:

- a) waves;
- b) current;
- c) wind;
- d) seismic events;
- e) accidental loading (e.g., trawl boards, anchors);
- f) dynamic soil induced loadings (e.g., mudslides, liquefaction);
- g) ice loads (e.g., weight, floating impacts, scouring).

#### **A842 Strength considerations**

Design and installation analysis shall be based upon accepted engineering methods, material strength, and applicable design conditions.

##### **A842.1 Strength consideration during instalation**



Subsection berikut merumuskan persyaratan keselamatan minimum terhadap kegagalan disebabkan oleh pemuluran atau pelekukan selama semua fase pemasangan sistem pipa penyalur (yaitu, penanganan, peletakan dan pamaritan dll. melalui pengetesan).

**A842.11 Pelekukan.** Pipa penyalur harus didesain dan dipasang dengan suatu cara untuk mencegah pelekukan selama pemasangan. Desain dan prosedur pemasangan harus mempertimbangkan efek tekanan hidrostatik eksternal, saat pelengkungan, aksial dan beban torsional dan *out-of-roundness* pipa. Pertimbangan harus juga diberikan atas fenomena propagasi lekukan.

**A842.12 Ambruk.** Ketebalan dinding pipa harus didesain untuk menahan keambrukan karena tekanan hidrostatik eksternal. Pertimbangan harus mencakup efek toleransi pabrik dalam ketebalan dinding, *out-of-roundness* dan setiap faktor lain yang berlaku.

**A842.13 Tegangan longitudinal yang diperbolehkan.** Tegangan longitudinal maksimum disebabkan beban aksial dan pelengkungan selama pemasangan harus dibatasi sedemikian rupa hingga mencegah pelekukan pipa dan tidak mengganggu kemampuan servis pipa penyalur yang dipasang.

**A842.14 Tekanan yang diperbolehkan.** Sebagai ganti kriteria tegangan pada butir A842.13, batas tekanan pemasangan yang diperbolehkan dapat dipergunakan. Tekanan longitudinal maksimum disebabkan oleh beban pelengkungan dan aksial selama pemasangan harus dibatasi sedemikian rupa hingga mencegah pelekukan pipa dan tidak mengganggu kemampuan servis pipa penyalur yang dipasang.

**A842.15 Kelelahan pemasangan.** Fluktuasi tegangan dari frekuensi dan magnitude memadai yang menyebabkan kelelahan berarti yang diantisipasi harus dipertimbangkan dalam pendesainan.

The following subsections define the minimum safety requirements against failure due to yielding or buckling during all phases of pipeline system installation (i.e., handling, laying, trenching, etc., through testing).

**A842.11 Buckling.** The pipeline should be designed and installed in a manner to prevent buckling during installation. Design and procedure for installation should consider the effect of external hydrostatic pressure, bending moment, axial, and torsional loads and pipe out-of-roundness. Consideration should also be given to the buckle propagation phenomenon..

**A842.12 Collapse.** The pipe wall thickness shall be designed to resist collapse due to external hydrostatic pressure. Considerations shall include the effects of mill tolerances in the wall thickness, out-of-roundness, and any other applicable factors.

**A842.13 Allowable longitudinal stress.** The maximum longitudinal stress due to axial and bending loads during installation shall be limited to a value that prevents pipe buckling and will not impair the serviceability of the installed pipeline.

**A842.14 Allowable strains.** Instead of the stress criteria of para. A842.13, an allowable installation strain limit may be used. The maximum longitudinal strain due to axial and bending loads during installation shall be limited to a value that prevents pipe buckling and will not impair the serviceability of the installed pipeline.

**A842.15 Installation fatigue.** Anticipated stress fluctuations of sufficient magnitude and frequency to induce significant fatigue shall be considered in design.



**A842.16 Rakitan khusus.** Pemasangan pipa penyalur dengan rakitan khusus (seperti; katup tap dan *offset riser*) dikenakan persyaratan yang sama yang dinyatakan dalam butir A842.11 sampai dengan A842.15.

**A842.17 Tegangan residual.** Sistem pipa penyalur harus dipasang dengan cara sedemikian rupa untuk meminimalkan tegangan residual. Terkecuali jika pendesainnya secara sengaja merencanakan tegangan residual (misalnya, *cold springing of risers, pull tube risers*). Jika tegangan residual berarti, harus dipertimbangkan dalam desain pengoperasian sistem pipa penyalur (lihat butir A842.2).

**A842.18 Pipa Fleksibel.** Pembebanan maksimum dan radius pelengkungan minimum yang direkomendasikan pamanufaktur harus dituruti selama pemasangan. Pipa fleksibel harus didesain atau diseleksi untuk mencegah keambukan disebabkan oleh efek kombinasi tekanan eksternal, tenaga aksial, dan pembengkokan. Prosedur pemasangan harus didesain untuk mencegah pelekukan (Lihat API RP 17B)

## **A842.2 Pertimbangan kekuatan selama pengoperasian**

### **A842.21 Kriteria desain dan operasional**

**A842.211** Pipa penyalur dan riser harus didesain untuk menghadapi kemungkinan kegagalan berikut, sebagaimana layak:

- a) penguluran berlebihan
- b) pelekukan
- c) kegagalan karena kelelahan
- d) fraktur duktil
- e) fraktur brittle
- f) kehilangan kestabilan tempat
- g) fraktur propagasi
- h) korosi
- i) keambukan

**A842.212** Selanjutnya pertimbangan harus diberikan atas dampak disebabkan oleh:

- a) objek asing
- b) angker
- c) *trawlboards*

**A842.16 Special assemblies.** Installation of pipelines with special assemblies (such as tap valves and riser offsets) are subject to the same requirements stated in paras. A842.11 through A842.15.

**A842.17 Residual stresses.** The pipeline system shall normally be installed in a manner so as to minimize residual stresses. The exception shall be when the designer purposefully plans for residual stresses (e.g., cold springing of risers, pull-tube risers). When residual stresses are signiflcant, they should be considered in the operating design of the pipeline system (see para. A842.2).

**A842.18 Flexible pipe.** The manufacturers recommended maximum loadings and minimum bending radius shall be adhered to during installation. Flexible pipe shall be designed or selected to prevent collapse due to the combined effects of external pressure, axial forces, and bending. Installation procedures shall be designed to prevent buckling (See API RP 17B).

## **A842.2 Strength considerations during operations**

### **A842.21 Operational and design criteria**

**A842.211** Pipelines and risers shall be designed against the following possible modes of failure, as appropriate:

- a) excessive yielding
- b) buckling
- c) fatigue failure
- d) ductile fracture
- e) brittle fracture
- f) loss of in place stability
- g) propagation fracture
- h) corrosion
- i) collapse

**A842.212** Furthermore, consideration shall be given to impacts due to:

- a) foreign objects
- b) anchors
- c) *trawlboards*



d) kapal, kapal pembawa es, dll

d) vessels, ice keels, etc.

#### A842.22 Pemuluran terhadap desain

**A842.221 Tegangan melingkar.** Untuk pipa penyalur dan riser, tegangan melingkar tarikan disebabkan oleh perbedaan antara tekanan eksternal dan internal tidak boleh melebihi nilai di bawah ini :

CATATAN *Sign convention* adalah bahwa *tension* adalah positif dan kompresi adalah negatif.

$$S_h \leq F_1 S T$$

$$S_h = (P_i - P_e) \frac{D}{2t}$$

dimana

$S_h$  = tegangan melingkar, psi

$P_i$  = tekanan desain internal, psi

$P_e$  = tekanan eksternal, in.

$D$  = diameter luar nominal pipa

$t$  = ketebalan dinding nominal, in.

$F_1$  = faktor desain tegangan melingkar dari Table A842.22

$S$  = kuat luluh minimum spesifikasi, psi

$T$  = faktor penurunan suhu dari tabel 841.116A

**A842.222 Tegangan longitudinal** Untuk pipa penyalur dan risers, tegangan longitudinal tidak boleh melebihi nilai yang didapat dari:

$$|S_L| \leq F_2 S$$

bila

$A$  = Luas penampang material pipa, in<sup>2</sup>

$F_a$  = gaya axial, lbs

$F_2$  = faktor desain tegangan longitudinal dari Tabel A842.22

$M_i$  = momen lentur segaris, in-lb

$M_o$  = momen lentur diluar garis, in-lb

$S$  = kuat luluh minimum spesifikasi, psi

$S_L$  = tegangan longitudinal maksimum, psi (tarikan positif atau kompresif negatif)

=  $S_a + S_b$  or  $S_a - S_b$ , yang menghasilkan nilai tegangan yang lebih besar

$S_a$  = tegangan axial, psi ( tensile positif or kompressif negatif)

$$= F_a / A$$

$S_b$  = resultante tegangan lentur, psi

#### A842.22 Design against yielding

**A842.221 Hoop stress.** For pipelines and risers the tensile hoop stress due to the difference between internal and external pressures shall not exceed the values given below:

NOTE *Sign convention* is such that tension is Positive and compression is negative.

$$S_h \leq F_1 S T$$

$$S_h = (P_i - P_e) \frac{D}{2t}$$

where

$S_h$  = hoop stress, psi

$P_i$  = internal design pressure, psi

$P_e$  = external pressure, psi

$D$  = nominal outside diameter of pipe, in.

$t$  = nominal wall thickness, in.

$F_1$  = hoop stress design factor from Table A842.22

$S$  = specified minimum yield strength, psi

$T$  = temperature derating factor from Table 841.116A

**A842.222 Longitudinal stress.** For pipelines and risers the longitudinal stress shall not exceed values found from

$$|S_L| \leq F_2 S$$

where

$A$  = cross sectional area of pipe material, in<sup>2</sup>

$F_a$  = axial force, lbs

$F_2$  = longitudinal stress design factor from Table A842.22

$M_i$  = in-plane bending moment, in-lb

$M_o$  = out-plane bending moment, in-lb

$S$  = specified minimum yield strength, psi

$S_L$  = maximum longitudinal stress, psi (positive tensile or negative compressive)

=  $S_a + S_b$  or  $S_a - S_b$ , whichever result in the larger stress value

$S_a$  = axial stress, psi (positive tensile or negative compressive)

$$= F_a / A$$

$S_b$  = resultant bending stress, psi



$= [(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2]^{1/2} / z$   
 $i_i$  = faktor intensifikasi tegangan segaris dari Appendix E  
 $i_o$  = faktor intensifikasi tegangan diluar garis dari Appendix E  
 $z$  = modulus seksi pipe, in<sup>3</sup>  
 $||$  = nilai absolut

**A842.223 Tegangan kombinasi.** Untuk pipa penyalur dan risers, tegangan kombinasi tidak boleh melebihi nilai yang diberikan oleh ekuasi tegangan shear (tegangan kombinasi Fresca):

$$2 \left[ \left( \frac{S_L - S_h}{2} \right)^2 + S_s^2 \right]^{1/2} \leq F_3 S$$

bila

$A$  = Luas penampang pipe material, in<sup>2</sup>  
 $F_a$  = gaya axial, lbs  
 $F_3$  = factor desain tegangan kombinasi dari Tabel A842.22  
 $M_i$  = momen lentur segaris, in-lb  
 $M_o$  = momen lentur, in-lb  
 $M_t$  = momen torsional, in-lb  
 $S_L$  = tegangan longitudinal maksimum, psi (tarikan positif atau kompresif negatif)  
 $= S_a + S_b$  or  $S_a - S_b$ , yang menghasilkan nilai tegangan yang lebih besar  
 $S_a$  = tegangan axial, psi (tensile positif or compressif negatif)  
 $= F_a / A$   
 $S_b$  = resultante tegangan lentur, psi  
 $= [(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2]^{1/2} / z$   
 $S_h$  = tegangan melingkar, psi  
 $S_t$  = tegangan torsional, psi  
 $S$  = kuat luluh minimum spesifikasi, psi  
 $i_i$  = Faktor intensifikasi tegangan segaris dari Appendix E  
 $i_o$  = faktor intensifikasi tegangan di luar garis dari Appendix E  
 $z$  = Modulus seksi pipe, in<sup>3</sup>

Sebagai alternatif, Teori energi distorsional maksimum ( tegangan kombinasi Von Mises) dapat digunakan untuk membatasi nilai tegangan longitudinal. Dengan demikian, tegangan longitudinal tidak boleh melebihi nilai yang diberikan oleh:

$$(S_h^2 - S_L S_h + S_L^2 + 3S_s^2)^{1/2} \leq F_3 S$$

$= [(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2]^{1/2} / z$   
 $i_i$  = in-plane stress intensification factor from Appendix E  
 $i_o$  = out-plane stress intensification factor from Appendix E  
 $z$  = section modulus of pipe, in<sup>3</sup>  
 $||$  = absolute value

**A842.223 Combined stress.** For pipelines and risers the combined stress shall not exceed the value given by the maximum shear stress equation (Fresca combined stress):

$$2 \left[ \left( \frac{S_L - S_h}{2} \right)^2 + S_s^2 \right]^{1/2} \leq F_3 S$$

where

$A$  = cross sectional area of pipe material, in<sup>2</sup>  
 $F_a$  = axial force, lbs  
 $F_3$  = combined stress design factor from Table A842.22  
 $M_i$  = in-plane bending moment, in-lb  
 $M_o$  = out-plane bending moment, in-lb  
 $M_t$  = torsional moment, in-lb  
 $S_L$  = maximum longitudinal stress, psi (positive tensile or negative compressive)  
 $= S_a + S_b$  or  $S_a - S_b$ , whichever result in the larger stress value  
 $S_a$  = axial stress, psi (positive tensile or negative compressive)  
 $= F_a / A$   
 $S_b$  = resultant bending stress, psi  
 $= [(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2]^{1/2} / z$   
 $S_h$  = hoop stress, psi  
 $S_t$  = torsional stress, psi  
 $S$  = specified minimum yield strength, psi  
 $i_i$  = in-plane stress intensification factor from Appendix E  
 $i_o$  = out-plane stress intensification factor from Appendix E  
 $z$  = section modulus of pipe, in<sup>3</sup>

Alternatively, the maximum distortional energy theory (Von Mises combined stress) may be used for limiting longitudinal stress values. Accordingly, the longitudinal stress should not exceed values given by



**Table A842.22 Design factors for offshore pipeunes, platform piping, and pipeline risers**

Location	F1	F2	F3
	Hoop stress	Longitudinal stress	Combined stress
Pipeline	0.72	0.80	0.90
Platform piping and risers	0.50	0.80	0.90

**A9842.23 Desain Alternatif Untuk Tekanan.** Dalam situasi bila pipa penyalur mengalami perpindahan *noncyclic* penyangganya yang dapat diprediksi (misalnya, gerakan fault sepanjang rute pipa penyalur atau penurunan diferensial sepanjang saluran) atau *pipe sag* sebelum kontak penyangga, pembatasan tegangan kombinasi dan longitudinal tidak perlu digunakan sebagai kriteria untuk keselamatan terhadap pemuluran eksekif, sepanjang konsekuensi pemuluran tidak mengganggu integritas pipa penyalur. Tekanan longitudinal maksimum yang diperbolehkan tergantung pada duktilitas material, setiap tekanan plastik yang dialami sebelumnya, dan perilaku pelekukan pipa. Bila tekanan plastik diantisipasi, *eccentricity* pipa, *out-of-roundness* pipa, dan kesanggupan lasan mengalami tekanan seperti itu tanpa efek yang merugikan harus dipertimbangkan. Demikian pula, kriteria yang sama dapat diterapkan pada pipa selama konstruksi dilakukan (misalnya, *pull-tube* atau *shoe riser* melengkung).

**A842.23 Alternate Design for Strain.** In situations where the pipeline experiences a predictable noncyclic displacement of its support (e.g., fault movement along the pipeline route or differential subsidence along the line) or pipe sag before support contact, the longitudinal and combined stress limits need not be used as a criterion for safety against excessive yielding, so long as the consequences of yielding are not detrimental to the integrity of the pipeline. The permissible maximum longitudinal strain depends upon the ductility of the material, any previously experienced plastic strain, and the buckling behavior of the pipe. Where plastic strains are anticipated, the pipe eccentricity, pipe out-of-roundness, and the ability of the weld to undergo such strains without detrimental effect should be considered. Similarly, the same criteria may be applied to the pipe during construction (e.g., pull-tube or bending shoe risers).



**A842.24 Desain terhadap pelekukan dan ovalisasi.** Pencegahan pelekukan pipa penyalur dan riser selama pengoperasian harus dipertimbangkan dalam desain. Modes pelekukan yang mungkin terjadi termasuk:

- a) pelekukan lokal dinding pipa
- c) pelekukan propagasi mengikuti pelekukan lokal
- c) pelekukan kolom

**A842.25 Desain terhadap kelelahan.** Fluktuasi tegangan yang cukup besar dan sering yang menyebabkan kelelahan berarti harus dipertimbangkan dalam desain.

Pembebanan yang dapat mempengaruhi kelelahan mencakup:

- a) getaran pipa, seperti yang disebabkan oleh *vortex shedding*
- b) aksi gelombang

Rentangan pipa dan *riser* harus didesain sehingga *vortex* yang menyebabkan getaran resonan dicegah, bilamana praktis. Jika yang demikian itu tidak praktis, jumlah tegangan resultante harus kurang dari batas yang diperbolehkan dalam butir A842.22 dan kegagalan kelelahan hendaknya tidak terjadi selama umur desain pipa penyalur.

#### **A842.26 Desain terhadap fraktur**

Material yang digunakan untuk saluran-pipa pengangkut gas atau campuran gas-cairan di bawah tekanan tinggi harus mempunyai resistansi tinggi yang memadai terhadap faktor propagasi pada kondisi desain, atau metode lain digunakan untuk membatasi perluasan fraktur.

**A842.27 Desain klem dan penyangga.** Klem dan penyangga harus didesain sedemikian rupa hingga transfer beban yang lancar terjadi dari pipa penyalur atau *riser* ke struktur penyangga tanpa tegangan lokal yang tinggi disebabkan oleh konsentrasi tekanan. Jika *members* harus dilas pada pipa, haruslah melingkari pipa secara penuh dan dilas pada pipa dengan lasan melingkar penuh. Penyangga harus dipautkan pada *member* yang melingkar dan

**A842.24 Design against buckling and ovalization.** Avoidance of buckling of the pipeline and riser during operation shall be considered in design. Modes of buckling which may be possible include:

- a) local buckling of the pipe wall
- b) propagation buckling following local buckling
- c) column buckling

**A842.25 Design against fatigue.** Stress fluctuations of sufficient magnitude and frequency to induce significant fatigue should be considered in design.

Loadings which may affect fatigue include:

- a) pipe vibration, such as that induced by vortex shedding
- b) wave action

Pipe and riser spans shall be designed so that vortex induced resonant vibrations are prevented, whenever practical. When doing so is impractical, the total resultant stresses shall be less than the allowable limits in para. A842.22, and such that fatigue failure should not result during the design life of the pipeline.

#### **A842.26 Design against fracture.**

Materials used for pipelines transporting gas or gas-liquid mixtures under high pressure should have reasonably high resistance to propagating fractures at the design conditions, or other methods shall be used to limit the extent of a fracture.

**A842.27 Design of clamps and supports.** Clamps and supports shall be designed such that a smooth transfer of loads is made from the pipeline or riser to the supporting structure without highly localized stress due to stress concentrations. When members are to be welded to the pipe they shall fully encircle the pipe and be welded to the pipe by a full encirclement weld. The support shall be attached to the encircling member and not the pipe. All welds to the



bukannya pada pipa. Semua lasan pada pipa harus dites secara non-destruktif. Klem dan penyangga harus didesain sesuai dengan persyaratan API RP 2A, Section 3. Desain klem dan penyangga harus mempertimbangkan efek korosif renggangan dan celah penahan embun dan logam tidak sama secara galvanik.

#### **A842.28 Desain konektor dan flensa.**

Konektor dan flensa harus sedemikian rupa hingga transfer beban yang lancar terjadi tanpa *stream* lokal yang tinggi atau deformasi ekseseif dari pipa yang dipautkan.

Konektor dan flensa mempunyai level keselamatan terhadap kegagalan oleh peluluhan dan kegagalan oleh kelelahan yang dapat diperbandingkan dengan apa yang dipautkan pada pipa atau *riser*.

**A842.29 Desain protektor riser pipa penyalur struktural.** Bila riser pipa penyalur dipasang di lokasi yang terkena dampak lalu-lintas laut, piranti protektif harus dipasang di zona yang terkena kerusakan untuk melindungi pipa dan pelapis.

**A842.30 Desain dan perlindungan rakitan khusus.** Desain koneksi dan rakitan khusus seperti rakitan *tie-in* bawahlaut, expansion *loops*, koneksi *riser* dasarlaut dan *manifolds* pipa penyalur bawahlaut, harus mempertimbangkan tenaga dan efek tambahan yang disebabkan oleh lingkungan bawahlaut. Pertimbangan tambahan seperti ini termasuk potensial dan arus topan desain untuk gerakan bawahlaut dalam sedimen lunak, pengenceran tanah, korosi potensial yang meningkat, ekspansi dan kontraksi termal, dan tegangan disebabkan oleh prosedur pemasangan. Pada area penangkapan ikan aktif, tindakan perlindungan mungkin tepat untuk koneksi dan rakitan khusus.

**A842.31 Desain pipa fleksibel.** Disebabkan oleh *makeup*-nya yang beragam, perilaku mekanis pipa fleksibel sangat berbeda dari pipa baja. Pipa fleksibel dapat digunakan untuk pipa penyalur lepas pantai jika kalkulasi dan/atau hasil tes menunjukkan bahwa pipa tersebut dapat dengan aman menahan pembebanan yang diperhitungkan

pipe shall be nondestructively tested. Clamps and supports shall be designed in accordance with the requirements of API RP 2A, Section 3. Clamp and support design shall consider the corrosive effects of moisture retaining gaps and crevices and galvanically dissimilar metals.

#### **A842.28 Design of connectors and flanges.**

Connectors and flanges shall be such that smooth transfer of loads is made without high localized stream or excessive deformation of the attached pipe.

Connectors and flanges shall have a level of safety against failure by yielding and failure by fatigue which is comparable to that of the attached pipeline or riser.

#### **A842.29 Design of structural pipeline riser protectors.**

Where pipeline risers are installed in locations subject to impact from marine traffic, protective devices shall be installed in the zone subject to damage to protect the pipe and coating.

#### **A842.30 Design and protection of special assemblies.**

Design of connections and special assemblies, such as subsea tie-in assemblies, expansion loops, seabed riser connections, and subsea pipeline manifolds, shall consider the additional forces and effects imposed by a subsea environment. Such additional considerations include design storm currents and potential for seabed movement in soft sediments, soil liquefaction, increased potential corrosion, thermal expansion and contraction, and stress due to installation procedures. In areas of active fishing, protective measures may be appropriate for connections and special assemblies.

**A842.31 Design of flexible pipe.** Due to its composite makeup, the mechanical behavior of flexible pipe is significantly different from steel pipe. Flexible pipe may be used for offshore pipelines if calculations and/or test results verify that the pipe can safely withstand loadings considered in paras. A841.32 through A841.33. In the



dalam butir A841.32 sampai dengan A841.33. Dalam pemilihan pipa fleksibel, pertimbangan harus diberikan pada sifatnya yang *permeable*. Kemungkinan terjadinya *implosion* di bawah kondisi kombinasi tekanan tinggi, suhu tinggi, dan depresurisasi yang sangat cepat harus diinvestigasi bila kondisi seperti ini dapat diduga akan terjadi. Pemilihan pipa fleksibel harus menurut API RP 17B.

## **A843 Stasiun kompresor**

### **A843.1 Informasi umum**

Persyaratan bagian ini mengakui kondisi desain dan pembatasan ruangan yang unik bila mendesain fasilitas kompresi lepas-pantai dan karena itu hanya terkait dengan fasilitas kompresi lepas pantai. Adalah tujuan selanjutnya bagian ini untuk membuat pendesain sadar akan keselamatan personil selama pendesainan dan pengoperasian fasilitas lepas pantai.

#### **A843.11 Lokasi fasilitas kompresor**

Fasilitas kompresor yang terletak di anjungan harus didesain untuk memudahkan gerakan pemadam kebakaran atau peralatan darurat lainnya.

**A843.12 Penutup.** Semua penutup yang terletak di atas anjungan lepas pantai harus dibangun dari bahan yang tidak mudah terbakar atau sukar terbakar seperti yang ditentukan dalam NFPA 220, Bab 2, Section 2-6 dan Section 2-3. Desain penutup pada anjungan lepas pantai harus mempertimbangkan kondisi pembebanan yang ditentukan dalam butir A841.3

**A843.13 Pintu keluar.** Minimum dua pintu keluar harus disediakan untuk setiap tingkat pengoperasian bangunan kompresor. Setiap gang yang ditinggikan, termasuk *catwalk* mesin lebih tinggi dari 10 kaki di atas dek, juga harus disediakan dua pintu keluar. Jarak maksimum dari setiap titik di dalam bangunan kompresor ke pintu keluar tidak boleh lebih dari 75 kaki. Pintu keluar tidak boleh terhalang dan harus terletak demikian rupa agar menyediakan jalan melarikan diri yang mudah dan harus terus menerus

selection of flexible pipe, consideration should be given to its permeable nature. The possibility of implosion under the combined conditions of high pressure, high temperature, and very rapid depressurization should be investigated where such conditions may be expected. Selection of flexible pipe shall be in accordance with API RP 17B.

## **A843 Compressor stations**

### **A843.1 General information**

The requirements of this section recognize the unique design conditions and space limitations imposed when designing offshore compression facilities and therefore relate only to offshore compression facilities. It is the further intent of this section to make the designer aware of personnel safety during the design and operation of offshore compression facilities.

#### **A843.11 Location of compressor facilities**

The compressor facilities located on platforms should be designed to facilitate free movement of fire fighting or other emergency equipment.

**A843.12 Enclosures.** All enclosures located on an offshore platform shall be constructed of noncombustible or limited combustible material as defined in NFPA 220, Chapter 2, Section 2-6 and Section 2-3. Design of enclosures on offshore platforms shall consider the loading conditions defined in para. A841.3.

**A843.13 Exits.** A minimum of two exits shall be provided for each operating level of a compressor building. Any elevated walkway, including engine catwalks more than 10 ft above the deck, shall also be provided with two exits. The maximum distance from any point within the compressor building to an exit shall not exceed 75 ft. Enclosure exits shall be unobstructed and located so as to provide a convenient route of escape and shall provide continuous unobstructed passage to a place



menyediakan jalan ke tempat penyelamatan.

Pintukeluar yang terletak di luar dinding harus membuka ke luar dan harus dilengkapi dengan grendel yang mudah dibuka dari dalam tanpa menggunakan kunci.

### 843.2 Fasilitas listrik

Semua peralatan listrik dan kabel-kabel yang dipasang pada anjungan lepas pantai harus memenuhi persyaratan NFPA 70, sepanjang peralatan tersebut memungkinkan tersedia secara komersial.

Instalasi listrik dalam lokasi berbahaya lepas pantai seperti yang ditentukan dalam NFPA 70 Bab 5, Pasal 500 dan yang tetap dalam keadaan operasi selama penutupan darurat stasiun kompresor sebagaimana yang ditentukan pada butir 844.431 harus didesain memenuhi NFPA 70 untuk persyaratan Kelas 1, Divisi 1. Petunjuk dari API-RP-14F harus dipertimbangkan dalam desain fasilitas listrik.

### A843.4 Peralatan stasiun kompresor

#### A843.43 Piranti keselamatan

#### A843.431 Fasilitas *Shutdown* Darurat.

Semua peralatan kompresi gas harus dilengkapi dengan sistem *shutdown* darurat yang akan memblokir mengalirnya gas ke dan dari stasiun kompresor. Pengoperasian sistem *shutdown* darurat harus menyebabkan tertutupnya semua peralatan kompresi gas dan semua peralatan *gas-fired*, dan harus mematikan fasilitas listrik dalam bangunan kompresor, kecuali yang menyediakan penerangan darurat untuk perlindungan personalia dan mereka yang diperlukan untuk melindungi peralatan. Sistem *shutdown* darurat harus dapat dioperasikan dari paling minimum dua lokasi pada setiap tingkatan dek, yaitu, jika satu fasilitas anjungan lepas pantai mempunyai lebih dari satu dek yang ditetapkan dengan jelas, setiap dek harus mempunyai minimal dua lokasi *shutdown*. Pipaan *blowdown* harus merentang sampai ke lokasi di mana pembuangan gas tidak akan menimbulkan bahaya kepada fasilitas anjungan. Pertimbangan harus

of safety.

Exit doors located on exterior walls shall swing outward and shall be equipped with latches which can be readily opened from the inside without a key.

### A843.2 Electrical facilities

All electrical equipment and wiring installed on offshore compression platforms shall conform to the requirements of NFPA 70, if commercially available equipment permits.

Electrical installations in offshore hazardous locations as defined in NFPA 70 Chapter 5, Article 500 and that are to remain in operation during compressor station emergency shutdown as provided in para. A844.431 shall be designed to conform to NFPA 70, for class I Division I requirements. The guidelines of API-RP-14F should be considered in electrical facility design.

### A843.4 Compressor station equipment

#### A843.43 Safety devices

#### A844.431 Emergency *Shutdown* Facilities.

All gas compression equipment shall be provided with an emergency shutdown system that will block out the gas going to and from the compressor station. Operation of the emergency shutdown system shall cause the shutdown of all gas compression equipment and all gas fired equipment, and shall de-energize the electrical facilities in the compressor building, except those that provide emergency lighting for personnel protection and those that are necessary for protection of equipment. The emergency shutdown system shall be operable from a minimum of two locations on each deck level, i.e., should an offshore platform facility have more than one clearly defined deck, each deck shall have a minimum of two shutdown locations. Blowdown piping shall extend to a location where the discharge of gas is not likely to create a hazard to the platform facilities. Consideration should be given to potential entrained liquids, prevailing winds, and



diberikan pada cairan yang di-*entrained* potensial, angin yang lazim berembus, dan lokasi tempat tinggal kru jika merupakan bagian dari fasilitas anjungan. Di bawah kondisi *entrainment* cairan berat dan kondisi angin yang buruk, bangunan terpisah untuk fasilitas *blowdown* harus dipertimbangkan.

**A843.44 Persyaratan pembatasan tekanan untuk fasilitas kompresi lepas pantai.**

**843.443 Venting.** Katup pelepasan tekanan harus di-*vent* ke atmosfer hingga tidak menimbulkan bahaya. Saluran *vent*, *common headers*, dan saluran *blowdown* anjungan harus mempunyai cukup kapasitas sehingga tidak akan mengganggu kinerja piranti pelepasan.

**A844 Stabilitas on-bottom**

Desain pipa penyalur untuk stabilitas vertikal dan lateral ditentukan oleh bathymetry dasar laut, karakteristik tanah, dan oleh *hydrodynamic*, seismik, dan peristiwa perilaku tanah yang mempunyai kemungkinan kejadian yang berarti selama umur sistem tersebut. Kondisi desain yang harus dipertimbangkan diberikan dalam sub-bagian berikut. Sistem pipa penyalur harus didesain untuk mencegah gerakan horizontal dan vertikal, atau harus didesain sehingga setiap gerakan akan dibatasi sampai nilai yang tidak menyebabkan kekuatan desain dilewati (lihat butir 842). Faktor-faktor tipikal yang harus dipertimbangkan dalam desain stabilitas meliputi:

- a) tenaga arus dan gelombang
- b) gesekan dan resultant spanning
- c) pencairan
- d) kegagalan *slope*

Stabilitas dapat diperoleh, walau pun tidak terbatas dengan cara berikut: bobot terbenamnya pipa; pematitan pipa di bawah *grade*; penjangkaran. Jika mengkalkulasi kekuatan hidrodinamis, kenyataannya bahwa kekuatan gelombang bervariasi ruangnya sepanjang pipa penyalur dapat dijadikan perhitungan.

location of crew quarters if part of the platform facility. Under conditions of heavy liquid entrainment and poor prevailing wind conditions, a separate structure for a blowdown facility shall be considered.

**A843.44 Pressure limiting requirements for offshore compression facilities.**

**A843.443 Venting.** Pressure relief valves shall be vented to atmosphere such that no hazard is created. Vent lines, common headers, and platform blowdown lines shall have sufficient capacity so that they will not interfere with the performance of the relief device.

**A844 On-bottom stability**

Pipeline design for lateral and vertical stability is governed by seafloor bathymetry, soil characteristics, and by hydrodynamic, seismic, and soil behavior events having a significant probability of occurrence during the life of the system. Design conditions to consider are provided in following subsections. The pipeline system shall be designed to prevent horizontal and vertical movements, or shall be designed so that any movements will be limited to values not causing design strength to be exceeded (see para. A842). Typical factors to be considered in the stability design include:

- a) wave and current forces
- b) scour and resultant spanning
- c) liquefaction
- d) slope failure

Stability may be obtained by such means as, but not limited to: pipe submerged weight; trenching of pipe below grade; anchoring. When calculating hydrodynamic forces, the fact that wave forces vary spatially along the length of the pipeline may be taken into account.



**A844.1 Kondisi topan desain**

Kondisi arus dan gelombang desain untuk bagian sebuah pipa penyalur yang tidak dilindungi harus didasarkan pada topan dengan minimum *return interval* tidak kurang dari lima kali usia desain atau 100 tahun, yang mana yang lebih kecil. Bagian dari sistem pipa penyalur harus didesain untuk kondisi arus dan ombak didasarkan kepada asesmen yang hati-hati untuk periode ekspos pipa. Kondisi kombinasi arus dan ombak yang paling tidak diinginkan harus digunakan. Maksimum kondisi arus dan gelombang tidak selamanya terjadi serentak. Pilihan kondisi yang paling tidak diinginkan harus mempertimbangkan waktu kejadian arah dan kuatnya arus dan gelombang.

**A844.2 Stabilitas terhadap gelombang dan arus**

**A844.21 Bobot terbenam.** Bobot terbenam pipa dapat didesain (seperti dengan pelapisan bobot) untuk menahan atau membatasi gerakan ke nilai berterima. Tenaga *hydrodynamic* harus didasarkan pada nilai gelombang dan arus untuk kondisi topan desain bagi lokasi khusus. Arah gelombang dan arus dan keserentakannya harus dipertimbangkan.

**A844.22 Tanah dasar.** Faktor interaksi pipa-tanah yang digunakan harus mencerminkan kondisi dasar tempat tersebut.

**A844.23 Pemaritan.** Pipa penyalur dan perlengkapannya dapat diparitkan di bawah grade dasar untuk memberikan stabilitas. Pipa penyalur harus didesain untuk stabilitas gelombang dan arus sebelum pemaritan. Walaupun demikian, stabilitas seperti ini hanya perlu didasarkan pada kondisi lingkungan yang diduga terjadi selama periode eksposur pipa.

**A844.24 Pengurukan.** Pengurukan atau selongsong protektif lain, jika diperlukan, harus dilakukan dengan menggunakan material dan prosedur sedemikian rupa hingga tidak memungkinkan kerusakan pada pipa penyalur dan pelapis.

**A844.1 Design storm conditions**

Design wave and current conditions for portions of a pipeline which will not be trenched shall be based upon a storm having a minimum return interval of no less than five times the design life or 100 years, whichever is smaller. Portions of the pipeline system to be trenched shall be designed for wave and current conditions based on prudent assessment of the period of pipe exposure. The most unfavorable expected combination of wave and current conditions shall be used. Maximum wave and maximum current conditions do not necessarily occur simultaneously. The most unfavorable condition selection shall consider the timing of occurrence of the wave and current direction and magnitude.

**A844.2 Stability against waves and currents**

**A844.21 Submerged weight.** The submerged weight of the pipe may be designed (such as by weight coating) to resist or limit movement to acceptable values. Hydrodynamic forces shall be based on the wave and current values for the design storm condition for the specific location. Wave and current directionality and concurrency shall be considered.

**A844.22 Bottom soils.** The pipe-soil interaction factors that are used shall be representative of the bottom conditions at the site.

**A844.23 Trenching.** The pipeline and its appurtenances may be trenched below bottom grade to provide stability. The pipeline must be designed for wave and current stability prior to trenching. However, such stability need only be based on environmental conditions expected during the period of pipe exposure.

**A844.24 Backfilling.** Backfilling or other protective coverings, when necessary, shall be accomplished by using such materials and procedures so as to preclude damage to the pipeline and coatings.



**A844.25 Pengangkaran.** Penjangkaran dapat digunakan sebagai pengganti atau disatukan dengan bobot yang ditenggelamkan untuk menjaga stabilitas. Jangkar tersebut harus didesain untuk menahan beban vertikal dan lateral yang diduga terjadi dari kondisi topan desain. Jangkar-jangkar harus dijarkan agar mencegah tegangan berlebihan dalam bagian antara jangkar-jangkar tersebut. Sistem penjangkaran dan pipa yang berdekatan harus didesain untuk mencegah gesekan dan *resultant spanning* dari pada menegangkan pipa secara berlebihan. Efek jangkar atas sistem perlindungan katodik harus dipertimbangkan.

#### **A844.3 Daerah tepi pantai**

Pipa di zona tepi pantai harus diparitkan atau diborkan sampai kedalaman yang diperlukan untuk mencegah *scouring*, *spanning*, atau problem stabilitas yang mempengaruhi integritas dan pengoperasian pipa penyalur yang aman selama umur servis pipa yang diantisipasi. Variasi musiman atas ketebalan sedimen dasar-laut di tepi pantai dan erosi garis pantai atas umur servis pipa penyalur harus diperhitungkan.

#### **A844.4 Kegagalan *slope***

Pipa penyalur harus didesain untuk kegagalan *slope* di zona yang diketahui dan diantisipasi kejadiannya, seperti zona longsor lumpur dan area *seismic slumping*. Periode eksposur desain tidak boleh kurang dari umur pipa penyalur yang diharapkan. Jika tidak mungkin untuk mendesain sistem pipa penyalur untuk mengatasi peristiwa tersebut, pipa penyalur harus didesain untuk *breakaway* terkontrol dengan pengatupan cek agar mencegah *blowdown* pipa penyalur.

#### **A844.5 Pencairan tanah**

Desain untuk efek pencairan harus dilakukan untuk area yang kejadiannya diketahui atau diduga. Pencairan tanah biasanya disebabkan tekanan berlebihan gelombang *cyclic* atau beban seismik tanah peka. Gravitasi spesifik yang besar dari pipa

**A844.25 Anchoring.** Anchoring may be used instead of or in conjunction with submerged weight to maintain stability. The anchors shall be designed to withstand lateral and vertical loads expected from the design storm condition. Anchors shall be spaced so as to prevent excessive stresses in the pipe sections between anchors. The anchoring system and adjacent pipe shall be designed to prevent scour and resultant spanning from overstressing the pipe. The effect of anchors on the cathodic protection system shall be considered.

#### **A844.3 Shore approaches**

Pipe in the shore approach zone shall be trenched or bored to the depth necessary to prevent scouring, spanning, or stability problems which affect integrity and safe operation of the pipeline during its anticipated service life. Seasonal variation in the near shore thickness of seafloor sediments and shoreline erosion over the pipeline service life shall be considered.

#### **A844.4 Slope failure**

The pipeline shall be designed for slope failure in zones of known or anticipated occurrence, such as mudslide zones and areas of seismic slumping. The design exposure period shall be no less than the expected life of the pipeline. If it is not practical to design the pipeline system to survive the event, the pipeline shall be designed for controlled breakaway with check valving to prevent blowdown of the pipeline.

#### **A844.5 Soil liquefaction**

Design for the effects of liquefaction shall be performed for areas of known or expected occurrence. Soil liquefaction normally results from cyclic wave overpressures or seismic loading of susceptible soils. The bulk specific gravity of the pipeline shall be



penyalur harus didesain atau metode alternatif harus dipilih untuk menjamin stabilitas horizontal maupun vertikal. Kondisi desain seismik yang digunakan untuk memperkirakan kejadian pencairan dasar atau kegagalan *slope* harus mempunyai *interval* pengulangan yang sama seperti yang digunakan untuk kalkulasi kekuatan desain pengoperasian untuk pipa penyalur. Kejadian pencairan tanah disebabkan oleh tekanan berlebihan gelombang harus didasarkan pada *interval* kembalinya topan yang tidak kurang lima kali umur desain atau 100 tahun, yang mana yang lebih kecil.

#### A846 Katup

Pipa transmisi lepas pantai harus dilengkapi dengan katup-katup atau komponen lain untuk menutup aliran gas ke anjungan lepas pantai pada waktu darurat. Katup blok harus mudah dicapai dan dilindungi dari kerusakan dan gangguan. Jika melibatkan suatu katup *blowdown*, katup ini harus ditempatkan dimana gas dapat disemburkan ke atmosfer tanpa menimbulkan bahaya. Katup *blowdown* harus disediakan sehingga setiap bagian pipa penyalur di antara katup-katup pipa induk dapat di-*blowdown*. Ukuran dan kapasitas koneksi untuk mem-*blowdown* pipa harus demikian rupa sehingga dalam kondisi darurat bagian pipa dapat di-*blowdown* secepat yang mudah dilakukan secara praktis.

#### A847 Pengetesan

##### A847.1 Ketentuan umum

Semua pipa penyalur harus dites setelah pemasangan dan sebelum dioperasikan menurut ketentuan bagian ini.

##### A847.2 Tekanan uji

Sistem pipa penyalur yang dipasang harus dites secara hidrostatik sampai tidak kurang 1,25 kali tekanan operasi boleh-maksimum. Perpipa anjungan lepas pantai dan *risers* pipa penyalur lepas pantai harus dites sampai 1,4 kali tekanan operasi boleh-maksimum baik sebelum atau sesudah pemasangan. Bagian perpipa anjungan

designed or alternative methods shall be selected to ensure both horizontal and vertical stability.

Seismic design conditions used to predict the occurrence of bottom liquefaction or slope failure shall have the same recurrence interval as used for the operating design strength calculations for the pipeline. Occurrence of soil liquefaction due to wave overpressures shall be based on a storm return interval of no less than five times the design life or 100 years, whichever is smaller.

#### A846 Valves

Offshore transmission lines shall be equipped with valves or other components to shut off the flow of gas to an offshore platform in an emergency. Block valves shall be accessible and protected from damage and tampering. If a blowdown valve is involved, it shall be located where the gas can be blown to the atmosphere without undue hazard. Blowdown valves shall be provided so that each section of pipeline between main line valves can be blown down. The sizes and capacity of the connections for blowing down the line shall be such that under emergency conditions the section of line can be blown down as rapidly as is practicable.

#### A847 Testing

##### A847.1 General provisions

All offshore pipelines shall be tested after installation and prior to operation within the provisions of this section.

##### A847.2 Test pressure

The installed pipeline system shall be hydrostatically tested to at least 1.25 times the maximum allowable operating pressure. Offshore platform piping and offshore pipeline risers must be tested to at least 1.4 times the maximum allowable operating pressure either before or after installation. Prefabricated portions of platform piping that



yang di-prapabrikasi yang telah diuji awal sampai 1,4 kali tekanan-operasi-boleh-maksimum tidak perlu diuji setelah pemasangan jika semua bagian di-*tie-in* dengan konektor, flensa, atau lasan yang telah diinspeksi secara radiografis.

### A847.3 Media uji

Media uji untuk semua pipa penyalur lepas pantai ialah air. Aditif untuk mengurangi efek korosi, *biofouling*, dan pembekuan harus dipertimbangkan. Aditif seperti ini harus sesuai untuk metode disposal media uji.

### A847.4 Prosedur uji

Uji tekan hidrostatik harus dilakukan sesuai dengan prosedur yang dispesifikasi yang pada tingkat minimum harus menyediakan untuk yang berikut:

- a) Kinerja uji setelah pemasangan dan sebelum pengoperasian awal sistem pipa penyalur kecuali seperti yang ditentukan dalam butir A847.2.
- b) Bilamana praktis, bagian riser pipa penyalur lepas pantai yang diprapabrikasi diuji awal harus tercakup dalam tes hidrostatik sistem pipa penyalur.
- c) Menyimpan tes dan pencacatan hasil pada pipa penyalur dan rakitan untuk minimum 8 jam terus menerus atau di atas tekanan spesifikasi. Semua variasi dalam tekanan tes harus diperhitungkan. Lamanya tes perpipaan yang diprapabrikasi boleh selama 2 jam.
- d) Jika, selama waktu pengetesan, terjadi pecah atau kebocoran yang berbahaya, tes tersebut tidak berlaku dan pengetesan harus dimulai kembali setelah dilakukan reparasi.

### A847.5 Rekaman

Perusahaan pengelola harus menyimpan *file*-nya untuk kegunaan umur setiap pipa penyalur, rekod menunjukkan tipe cairan tes, prosedur tes, tekanan tes, dan lamanya tes.

have been pretested to 1.4 times the maximum allowable operating pressure need not be tested after installation if all items are tied in by connectors, flanges, or welds which have been radiographically inspected.

### A847.3 Test medium

The test medium for all offshore pipelines will be water. Additives to mitigate the effects of corrosion, biofouling, and freezing should be considered. Such additives should be suitable for the methods of disposal of the test medium.

### A847.4 Test procedure

The hydrostatic pressure test shall be conducted in accordance with a specified procedure which shall, at a minimum, provide for the following:

- a) Performance of the test after installation and before initial operation of the pipeline system except as provided in para. A847.2.
- b) Whenever practical, prefabricated pretested portions of offshore pipeline risers should be included in the pipeline system hydrostatic test.
- c) Maintenance of the test and recording of results on pipeline and assemblies for a minimum of 8 continuous hr at or above the specified pressure. All variations in test pressure shall be accounted for. Test duration of prefabricated piping may be 2 hr.
- d) If, during the hold time, a rupture or hazardous leak occurs, the test is invalid and testing shall recommence after repairs have been made.

### A847.5 Records

The operating company shall maintain in its file, for the useful life of each pipeline, records showing the type of test fluid, the test procedure, the test pressure, and the



**A847.6 Tie-ins**

Diakui bahwa tidaklah mungkin mengetes *tie-in* antara dua section tes secara hidrostatik. Pengetesan tekanan lasan *tie-in* boleh dikecualikan jika lasan *tie-in* itu diinspeksi dengan metode radiografis dan/atau metode NDT lain yang berlaku.

**A847.7 Pengujian untuk pelekukan**

Pengujian untuk pelekukan, penyokan dan restriksi diameter lainnya harus dilaksanakan setelah pemasangan. Pengetesan harus diselesaikan dengan memasukkan piranti pendeteksian deformasi melalui section pipa penyalur, atau dengan metode lain yang sanggup mendeteksi perubahan diameter dalam pipa.

Pipa dengan deformasi berlebihan yang mempengaruhi kemampuan servis fasilitas pipa penyalur harus direparasi atau diganti. Pertimbangan harus juga diberikan untuk memperbaiki ovalitas ekseseif yang dapat mengganggu operasi pigging atau inspeksi internal.

**A850 Prosedur perawatan dan pengoperasian yang mempengaruhi keselamatan fasilitas transmisi gas**

**A850.1 Semua ketentuan** dari Bab V, yang tergantung pada kelas lokasi, tidak berlaku untuk sistim transmisi gas lepas pantai, kecuali bila pipa lepas pantai tersebut mendekati daerah pantai sebagai tambahan harus dioperasikan dan dipelihara secara terus menerus dengan ketentuan lokasi menurut pasal 840.

**A850.3 Fitur esensial rencana perawatan dan pengoperasian**

Rencana yang diuraikan dalam butir 850.2(a) harus mencakup :

- a) Rencana dan instruksi rinci untuk karyawan yang menangani prosedur perawatan dan pengoperasian untuk fasilitas gas selama pengoperasian dan pereparasian normal;
- b) butir-butir yang direkomendasikan untuk

duration of the test.

**A847.6 Tie-ins**

It is recognized that it may not be possible to hydrostatically test the tie-in between two test sections. Pressure testing of tie-in welds may be exempted if the tie-in weld is inspected by radiographic and/or other applicable NDT methods.

**A847.7 Testing for buckles**

Testing for buckles, dents, and other diameter restrictions shall be performed after installation. Testing shall be accomplished by passing a deformation detection device through the pipeline section, or by other methods capable of detecting a change in pipe diameter.

Pipe having excessive deformation which affects the serviceability of the pipeline facilities shall be repaired or replaced. Consideration should also be given to repairing excessive ovality which may interfere with pigging operation or internal inspection.

**A850 Operating and maintenance procedures affecting the safety of gas transmission facilities**

**A850.1 All provisions** of Chapter V, which depend on location class, do not apply to offshore gas transmission systems, except that offshore pipelines approaching shoreline areas shall additionally be operated and maintained consistently with class location provisions as determined in section 840.

**A850.3 Essential features of the operating and maintenance plan**

The plan prescribed in para. 850.2(a) shall include:

- a) detailed plans and instructions for employees covering operating and maintenance procedures for gas facilities during normal operations and repairs;
- b) items recommended for inclusion in the



dimasukkan ke dalam rencana untuk kelas fasilitas spesifik yang dicantumkan dalam butir A851.2, A851.4, A860.

- c) Rencana untuk memberikan perhatian khusus pada bagian yang memperlihatkan bahaya terbesar kepada publik dan lingkungan dalam peristiwa darurat atau karena persyaratan perawatan atau persyaratan konstruksi;
- d) Ketentuan untuk inspeksi berkala sepanjang rute pipa penyalur yang ada.

#### **A850.4 Fitur esensial rencana darurat**

**A850.43 Penghubung.** Setiap perusahaan pengelola harus mengadakan dan menugaskan penghubung dengan pasukan pemadam kebakaran lepas pantai yang tersedia (kepunyaan pemerintah dan atau swasta) yang mungkin ditunjuk untuk setiap area lepas pantai khusus.

**A850.44 Program pendidikan.** Suatu program pendidikan harus diadakan untuk memungkinkan produsen dan masyarakat umum yang beroperasi di-area lepas pantai untuk mengenal dan melaporkan suatu keadaan darurat gas kepada pejabat yang tepat. Program pendidikan yang dimaksud dalam bagian ini hendaknya dirancang berdasarkan tipe pengoperasian pipa penyalur dan lingkungan yang dilalui oleh pipa penyalur dan harus dilaksanakan dalam setiap bahasa yang dimengerti oleh masyarakat pemberi jasa. Operator sistem transmisi harus mengkomunikasikan program mereka kepada rakyat, kontraktor, atau orang lain yang biasanya bekerja di area lepas pantai bersangkutan. Program operator di area yang sama harus dikoordinir agar dengan tepat melaporkan secara langsung keadaan darurat dan untuk menghindari ketidak-samaan.

#### **A850.7 Efek peledakan**

Setiap perusahaan pengelola harus membuat prosedur untuk melindungi fasilitas di sekitar kegiatan peledakan. Perusahaan pengelola harus:

- a) menentukan tempat dan menandai pipa

plan for specific classes of facilities which are given in paras. A851.2, A851.4, A860.

- c) plans to give particular attention to those portions of the facilities presenting the greatest hazard to the public and environment in the event of an emergency or because of construction or extraordinary maintenance requirements;
- d) provisions for periodic inspections along the route of existing pipelines.

#### **A850.4 Essential features of the emergency plan**

**A850.43 Liaison.** Each operating company shall establish and maintain liaison with available offshore fire fighting entities (public and or privately owned) which might be designated for any particular offshore area.

**A850.44 Educational program.** An educational program shall be established to enable producers and the general public operating in the offshore area to recognize and report a gas emergency to the appropriate officials. The educational program called for under this section should be tailored to the type of pipeline operation and the environment traversed by the pipeline and should be conducted in each language that is significant in the community served. Operators of transmission systems should communicate their programs to people, contractors, or others that usually work in the offshore area of concern. The programs of operators in the same area should be coordinated to properly direct reports of emergencies and to avoid inconsistencies.

#### **A850.7 Blasting effects**

Each operating company shall establish procedures for protection of facilities in the vicinity of blasting activities. The operating company shall:

- a) locate and mark its pipeline when



penyalur bila bahan peledak akan diledakkan dalam jarak seperti yang ditentukan dalam rencana perusahaan. Pertimbangan harus diberikan atas pemarkahan jarak peledakan minimum dari pipa penyalur tergantung pada tipe operasi peledakan.

b) tentukan kebutuhan dan luasnya pengamatan atau pemantauan kegiatan peledakan berdasarkan atas jauh dekatnya peledakan mengingat material pipa, kondisi pengoperasian, ukuran perubahan dan kondisi tanah;

c) pertimbangan harus diberikan atas:

- 1) pengaruh hempasan gelombang pada pipa penyalur disebabkan ledakan
- 2) melakukan survei kebocoran setelah selesainya program peledakan

#### **A851 Perawatan pipa penyalur**

##### **A851.2 Patroli pipa penyalur**

Setiap perusahaan pengelola harus mengadakan program pematrolan pipa penyalur secara berkala untuk mengamati kondisi pada dan berdekatan dengan hak lintas pipa penyalur, tanda kebocoran, aktivitas konstruksi selain dari aktivitas yang dilaksanakan oleh perusahaan, dan setiap faktor lain yang mempengaruhi keselamatan pengoperasian pipa penyalur. Inspeksi ini hendaknya dilakukan sesering mungkin menurut kebutuhan untuk memelihara integritas pipa penyalur. Rekod inspeksi ini harus disimpan selama umur fasilitas pipa penyalur. Ketentuan-ketentuan pada paragraf 851.2, 851.21, dan 851.22 tidak berlaku pada bab ini.

##### **A851.4 Prosedur reparasi di atas air dan hiperbarik untuk pipa penyalur baja**

Semua prosedur reparasi di atas air dan hiperbarik untuk pipa penyalur baja harus mengikuti persyaratan butir 851.4 seperti yang dispesifikasikan untuk pengoperasian pipa penyalur pada dan di atas 40% kuat luluh minimum spesifikasi.

explosives are to be detonated within distances as specified in company plans. Consideration should be given to the marking of minimum blasting distances from the pipelines depending upon the type of blasting operation.

b) determine the necessity and extent of observing or monitoring blasting activities based upon the proximity of the blast considering the pipe materials, the operating conditions, the size of charge, and soil conditions;

c) consideration should be given to:

- 1) the effect of shock waves on the pipeline from blasting;
- 2) conducting a leak survey following completion of the blasting program.

#### **A851 Pipeline maintenance**

##### **A851.2 Pipeline patrolling**

Each operating company shall maintain a periodic pipeline patrolling program to observe conditions on and adjacent to the pipeline right-of-way, indication of leaks, construction activity other than that performed by the company, and any other factors affecting the safety and operation of the pipeline. These inspections should be made as often as necessary to maintain the integrity of the pipeline. Records of these inspections shall be maintained for the life of the facility. Provisions of paras. 851.2, 851.21, and 851.22 do not apply to this chapter.

##### **A851.4 Above water and hyperbaric repair procedures for steel pipelines**

All above water and hyperbaric repair procedures for steel pipelines shall conform to the requirements of para. 851.4 as specified for pipelines operating at or above 40% of the specified minimum yield strength.



**A851.45 Prosedur reparasi pipa penyalur baja di bawah air lepas pantai.** Pipa penyalur lepas pantai yang terbenam dapat direparasi dengan mengganti bagian yang rusak atau dengan menggunakan selongsong belah melingkar dengan desain yang sesuai dipasang di atas bagian yang rusak tersebut. Bagian yang diganti dan diberi selongsong belah dipautkan dengan pengelasan atmosferis kering atau hiperbarik atau dengan piranti mekanis. Reparasi harus diinspeksi secara visual untuk kebocoran setelah pipa penyalur kembali dioperasikan.

Setiap prosedur reparasi bawah air lepas pantai harus mengikuti ke-tentuan butir 851.4 untuk pengoperasian pipa penyalur yang beroperasi pada dan di atas 40% kuat ulur minimum yang spesifikasi.

Reparasi harus dilaksanakan di bawah pengawasan berkualifikasi oleh karyawan yang terlatih yang sadar akan dan mengerti dengan rencana perawatan dan kondisi pengoperasian pipa penyalur, persyaratan keselamatan perusahaan, dan bahaya-bahaya bagi keselamatan masyarakat dan lingkungan.

Operasi evakuasi dan reparasi tidak boleh mengakibatkan beban atau deformasi yang dipaksakan yang dapat merusakkan integritas material pipa, bobot, atau pelapis protektif.

Penggunaan peralatan bawah-per-mukaan air yang dilengkapi dengan *cutters*, *ejectors*, *jets*, atau sistem pengisapan udara harus dikontrol dengan seksama dan dimonitor untuk menghindari kerusakan pipa penyalur, pelapis luar, atau sistem perlindungan katodik.

Bila mengangkat atau menyangga pipa selama reparasi, kurvatur lengkungan menjulainya pipa dan lengkungan berlebihan hendaknya dikontrol dan dijaga dalam batas untuk me-minimalkan kerusakan pelapis pipa, tegangan berlebihan, penyokan atau pelekukan selama pekerjaan reparasi, dan peralatan pengangkat hendaknya diseleksi setepatnya.

Beban arus dan gelombang hendaknya

**A851.45 Offshore below water repair procedures for steel pipelines.** Submerged offshore pipelines may be repaired by replacement of the damaged section or by the use of a full encirclement split sleeve of appropriate design installed over the imperfection or damage. Replacement sections and split sleeves shall be secured by atmospheric dry or hyperbaric welding or mechanical devices. Repairs shall be visually inspected for leaks after being returned to service.

Any offshore below water repair procedures shall conform to para. 851.4 provisions for pipelines operating at or above 40% of the specified minimum yield strength.

Repairs should be performed under qualified supervision by trained personnel aware of and familiar with the maintenance plan and operating conditions of the pipeline, the company's safety requirements, and the hazards to public safety and environment.

Evacuation and repair operations should not result in imposed loads or deformations which would impair the integrity of the pipe materials, weight, or protective coating.

The use of subsurface equipment equipped with cutters, ejectors, jets, or air suction systems should be carefully controlled and monitored to avoid damaging the pipeline, external coating, or cathodic protection system.

When lifting or supporting pipe during repairs, the curvature of a pipe sag bend and overbend should be controlled and maintained within limits to minimize pipe coating damage, overstressing, denting or buckling during the repair operation, and lifting equipment should be selected accordingly.

Wave and current loads should be



dipertimbangkan dalam menentukan keseluruhan tegangan yang dikenakan dan pembebanan *cyclical* pada reparasi di permukaan dan di bawah permukaan air.

Pegawai yang bekerja pada pereparasian pipa penyalur hendaknya mengerti akan keperluan perencanaan pekerjaan yang hati-hati, hendaknya diberi penjelasan tentang prosedur yang harus dituruti dalam menyelesaikan reparasi, dan harus mengikuti tindakan pencegahan dan prosedur yang dibutuhkan.

Bila pipa direparasi, pelapis yang rusak hendaknya juga direparasi. Pipa dan komponen pengganti harus dilindungi dari korosi.

**A851.46 Mereparasi pipa fleksibel lepas pantai.** Jika pengoperasian pipa fleksibel terganggu, yaitu adanya kerusakan struktural besar, pipa harus direparasi dengan mengganti bagian pipa yang rusak. Jika terjadi abrasi dan goresan permukaan pada pelapis pelindung yang tidak mengekspos bagian yang membawa beban pada korosi potensial, reparasi harus dilaksanakan dengan cara yang direkomendasikan oleh pamanufaktur.

#### **A851.7 Marka pipa penyalur**

Tanda permanen tidak disyaratkan untuk pipa penyalur lepas pantai; namun demikian, tanda yang sesuai hendaknya dipasang pada anjungan yang berfungsi sebagai tanda peringatan area berbahaya. Bila sesuai, tanda-tanda tersebut hendaknya menunjukkan identifikasi perusahaan pengelola dan prosedur komunikasi darurat.

#### **A854 Kelas lokasi**

Tidak ada kelas lokasi pada operasi lepas pantai.

#### **A860 Pengendalian korosi pipa penyalur lepas pantai**

#### **A861 Ruang lingkup**

Karena pipa penyalur lepas pantai tidak bisa

considered in determining total imposed stresses and cyclical loads in both surface and subsurface repairs.

Personnel working on pipeline repairs should understand the need for careful job planning, be briefed on procedures to be followed in accomplishing repairs, and follow necessary precautionary measures and procedures.

When pipe is repaired, damaged coating should also be repaired. Replacement pipe and components shall be protected from corrosion.

**A851.46 Offshore repair of flexible pipe.** If the operability of the flexible pipe is impaired, i.e., major structural damage, the pipe shall be repaired by replacement of the damaged section. In the event of surface cuts and abrasions in the protective coating which do not expose the load carrying members to potential corrosion, the repair shall be performed in a manner recommended by the manufacturer.

#### **A851.7 Pipeline markers**

Permanent markers are not required for offshore pipelines; however, suitable signs should be posted on platforms to serve as a hazard area warning. Where appropriate, signs should display the operating company identification and emergency communication procedures.

#### **A854 Location class**

There are no operating location classes offshore.

#### **A860 Corrosion control of offshore pipelines**

#### **A861 Scope**

Since offshore pipelines cannot be readily



diinspeksi segera setelah pemasangan dan adanya kemungkinan kerusakan pada sistem pela-pisan, pertimbangan khusus hendaknya diberikan atas seleksi, desain, dan aplikasi pelapisan kontrol korosi, sistem perlindungan katodik, dan elemen desain korosi lainnya.

## **A862 Pengendalian korosi eksternal**

### **A862.1 Instalasi baru**

Semua pipa baja terbenam, katup dan fitting terkait harus dilapisi secara eksternal dan dilindungi secara katodik. Semua perpipaan dan komponen di atas air harus dilindungi dari kondisi korosi khusus atmosfer air asin dan pembasahan dan pengeringan berselang seling.

#### **A862.11 Fasilitas terbenam**

#### **A862.12 Persyaratan pelapisan**

a) *Desain Pelapisan.* Desain sistem pelapisan untuk instalasi lepas pantai harus mencerminkan tipe lingkungan di mana fasilitas tersebut dipasang. Seleksi pelapisan pelindung harus didasarkan pada:

- 1) penyerapan-air rendah;
- 2) selaras dengan tipe perlindungan katodik yang akan diterapkan pada sistem;
- 3) selaras dengan sistem suhu pengoperasian;
- 4) cukup duktilitas untuk meminimalkan retak yang merusakkan;
- 5) cukup kekokohan untuk menahan kerusakan selama pemasangan;
- 6) resistansi atas deteriorasi ke-mudian hari dalam lingkungan tenggelam; dan
- 7) kemudahan mereparasi.

b) *Pembersihan dan persiapan permukaan.* Mungkin ada tambahan persyaratan pembersihan dan persiapan permukaan seperti hampir mengkilap dan *anchor*

inspected after installation and there is the possibility of damage to the coating system, special consideration should be given to the selection, design, and application of corrosion control coatings, the cathodic protection system, and other corrosion design elements.

## **A862 External corrosion control**

### **A862.1 New installation**

All submerged steel pipe, valves, and related fittings shall be externally coated and cathodically protected. All above water piping and components shall be protected from the particularly corrosive conditions of the salt water atmosphere and cyclic wetting and drying.

#### **A862.11 Submerged facilities**

#### **A862.12 Coating requirements**

a) *Coating Design.* The design of coating systems for offshore installation should reflect the type of environment in which the facility is to be installed. Selection of the protective coating should be based upon

- 1) low water-absorption;
- 2) compatibility with the type of cathodic protection to be applied to the system;
- 3) compatibility with the system operating temperature;
- 4) sufficient ductility to minimize detrimental cracking;
- 5) sufficient toughness to withstand damage during installation;
- 6) resistance to future deterioration in a submerged environment; and
- 7) ease of repair.

b) *Cleaning and surface preparation.* There may be additional cleaning and surface preparation requirements, such as a near white metal finish and an anchor pattern



*pattern* untuk meningkatkan pengikatan yang baik bagi semua lapisan film tipis yang *epoxy-based*. Lasan harus diinspeksi mengenai ketidak-teraturan yang dapat menonjol dan menembus lapisan pipa, dan setiap ketidak-teraturan ini hendaknya dihilangkan.

- c) Aplikasi dan inspeksi. Pelapisan harus diterapkan di bawah kondisi terkontrol dan mempunyai resistansi pengelupasan yang tinggi. Penerapan dan inspeksi pelapisan harus sesuai dengan butir 862.112 (a) dan (b). Informasi selanjutnya dapat diperoleh dari NACE RP-06-75, Section 4. Holiday detector, yang sesuai untuk tipe pelapisan yang diterapkan, harus digunakan untuk mendeteksi cacat. Cacat dimaksud harus direparasi dan di tes-ulang. Bobot-bobot atau bobot pelapis tidak boleh merusakkan lapis pelindung selama penerapan dan pemasangan.

- d) Pelapisan untuk sambungan lasan, perlengkapan dan penambalan. Sambungan lasan dan perlengkapan harus dilapisi dengan bahan yang serasi dengan pelapisan dasar. *Holiday detector*, didesain untuk tipe material sambungan lapangan yang diterapkan, dapat digunakan untuk mendeteksi cacat dan cacat tersebut harus direparasi dan dites-ulang.

- e) Inspeksi lapangan. Pipa harus di-inspeksi secara visual sebelum pemasangan untuk menjamin bahwa kerusakan yang tidak dapat diterima belum terjadi selama pembebanan, pengelasan, atau aktivitas peletakan lain sebelum membenamkan pipa. Setiap kerusakan berarti pada pelapis harus direparasi dengan material yang serasi dengan pelapis pipa penyalur. Harus dilakukan tindakan yang cermat untuk meminimalkan kerusakan pada system pelapis, khususnya selama peletakan dan pamaritan pipa.

#### **A862.13 Persyaratan perlindungan katodik**

- a) Kriteria desain. Fasilitas lepas pantai dianggap telah dilindungi secara katodik bila telah memenuhi salah satu atau lebih

to promote a good bond for all epoxy-based thin film coatings. Welds should be inspected for irregularities which could protrude through the pipe coating, and any such irregularities should be removed.

- c) *Application and inspection*. The coating should be applied under controlled conditions and have a high resistance to disbondment. Coating application and inspection shall be in accordance with paras. 862.112 (a) and (b). Further information can be obtained from NACE RP-06-75, Section 4. A holiday detector, suitable for the type of coating applied, shall be used to detect flaws. Flaws noted shall be repaired and retested. Weights or weight coating shall not damage the protective coating during application or installation.

- d) *Coating for weld joints, appurtenances, and patching*. Weld joints and appurtenances shall be coated with material which is compatible with the basic coating. A holiday detector, designed for the type of field joint material applied, may be used to detect flaws and flaws shall be repaired and retested.

- e) *Field inspection*. The pipe shall be visually inspected prior to installation to assure that unacceptable damage has not occurred during loading, welding, or other laying activities prior to submergence of the pipe. Any significant damage to the coating shall be repaired with material compatible with the pipeline coating. Care should be exercised to minimize damage to the coating system, particularly during laying and trenching of the pipe.

#### **A862.13 Cathodic protection requirements**

- a) *Design criteria*. An offshore facility is considered to be cathodically protected when it meets one or more of the criteria



kriteria yang ditentukan dalam Apendiks K.

- b) *Impressed Current*. Bila digunakan sistem *impressed current*, sistem tersebut harus didesain untuk meminimalkan *outage* dan *output* harus sedemikian rupa sehingga kriteria dipenuhi. Pertimbangan juga harus diberikan untuk meminimalkan efek gangguan pada pipa penyalur dan bangunan lain.
- c) *Anoda galvanik*. Bila digunakan anoda galvanik untuk perlindungan, pertimbangan harus diberikan pada mutu pelapisan (yaitu, persentase pipa terekspos). Rumus desain harus juga mencakup *output* anoda, usia sistem yang diinginkan, material anoda, dan penggunaan yang efisien. Anoda-anoda haruslah serasi dengan suhu pengoperasian pipa penyalur dan lingkungan perairan.
- d) *Lain-lain*. Pertimbangan hendaknya diberikan pada perlindungan katodik variasi kadar oksigen, suhu, dan resistivitas air/tanah dari lingkungan lepas pantai khusus di tempat pipa penyalur itu dipasang.

#### A862.14 Isolasi listrik

Sistem pipa penyalur bawah-air harus diisolasi secara elektrik agar perlindungan katodik berfungsi dengan efektif. Pengecualian dapat dibuat bila baik bangunan asing dan pipa penyalur didesain untuk dilindungi sebagai satu kesatuan. Pertimbangan umum lain mencakup:

- a) *Tie-Ins*. Isolasi dari pipa penyalur asing pada tie-in dapat dibuat dengan pemasangan flensa insulasi, insulasi union atau piranti insulasi lainnya. Bila membuat *tie-in* pipa yang dilapis ke pipa tidak berlapis, kedua pipa tersebut harus diisolasi secara elektrik.
- b) *Pelintasan Pipa Penyalur Asing*. Bila melintasi pipa penyalur asing, harus dilaksanakan dengan cermat untuk menjamin cukup pemisahan antara kedua pipa tersebut sehingga kemungkinan

established in Appendix K.

- b) *Impressed currents*. Where impressed current systems are used, the system shall be designed to minimize outages and the output shall be such that the design criterion is met. Also, consideration should be given to minimize the interference effect on other pipelines or structures.
- c) *Galvanic anodes*. Where galvanic anodes are used for protection, consideration shall be given to the quality of the coating (i.e., the percent of exposed pipe). Also, the design formula for the system should include the output of the anodes, the desired life of the system, anode material, and utilization efficiency. Anodes used should be compatible with the operating temperature of the pipeline and the marine environment.
- d) *Other*. Consideration should be given to the effects on cathodic protection of variations in oxygen content, temperature, and water/soil resistivity of the particular offshore environment in which the pipeline is installed.

#### A862.14 Electrical isolation

Underwater pipeline systems shall be electrically isolated from other metallic structures so that cathodic protection can be effective. An exception can be made when both the foreign structure and the pipeline are designed to be protected as a unit. Other general considerations include:

- a) *Tie-Ins*. Isolation from foreign pipelines at tie-ins may be made by the installation of insulation flanges, unions or other insulating devices. When making a tie-in of a coated line to a bare line, the two lines shall be electrically isolated.
- b) *Foreign Pipeline Crossings*. When crossing a foreign pipeline, care shall be exercised to assure adequate separation between the two lines so that the possibility for electrical interference is



untuk terjadinya interferensi listrik diminimalkan.

- c) Penyangga *riser* pipa penyalur dan perpipaan sekunder. Jika memasang perpipaan riser pada anjungan, piranti penyangga seperti klem dan penyangga pipa harus mengisolasi perpipaan dari bangunan. Piranti insulasi harus dipasang bila isolasi listrik sebagian sistem perpipaan dari perpipaan produksi, tangki, dan fasilitas lain diperlukan untuk mempermudah penerapan produksi katodik. Interferensi aliran listrik antara bangunan yang diisolasi secara listrik harus diminimalkan. Koneksi perpipaan dan kabel ke pipa penyalur terisolasi juga harus mempunyai insulasi antara pipa penyalur dan anjungan. Pengetesan harus diadakan untuk memastikan adanya isolasi yang cukup dan tindakan yang tepat harus diambil untuk menjamin adanya isolasi demikian bila diperlukan.

#### **A862.15 Sambungan listrik dan titik pemantauan**

*Test leads* harus dipasang agar aman secara mekanis, konduktif secara listrik, dan dapat dicapai untuk pengetesan. Dianggap tidak praktis untuk menempatkan *test leads* di perairan dalam dan bebas. Pemasangan *test leads* biasanya dibatasi pada anjungan dan jalan masuk pipa penyalur ke pantai.

#### **A862.16 Proteksi atmospheric**

- (a) Area *splash zone* dimana jalur pipa berubah-ubah antara basah dan kering, harus di desain dengan tambahan proteksi untuk ketahanan korosi. Hal ini harus disempurnakan oleh satu atau lebih dari hal berikut dibawah :

- 1) Pelapisan khusus
- 2) Sistem proteksi khusus dan teknik.
- 3) Pengukuran pantas yang lain, termasuk seleksi material pipa.

minimized.

- c) *Pipeline riser support and secondary piping*. When installing riser piping at platforms, supporting devices such as clamps and pipe supports shall isolate the piping from the structure. Insulating devices shall be installed where electrical isolation of a portion of the piping system from production piping, tanks, and other facilities is necessary to facilitate application of cathodic protection. Electrical interference between electrically isolated structures shall be minimized. Wiring and piping connections to an isolated pipeline shall also have insulation between the pipeline and the platform. Tests shall be made to assure adequate isolation and appropriate action shall be taken to ensure such isolation when necessary.

#### **A862.15 Electrical connections and monitoring points**

Test leads shall be installed so that they are mechanically secure, electrically conductive, and accessible for testing. It is considered impractical to locate test leads in deep or open water. Test leads installations are usually limited to platforms and the pipeline entrance to the shore.

#### **A862.16 Atmospheric protection**

- (a) The splash zone area, where the pipeline is intermittently wet and dry, shall be designed with additional protection against corrosion. This shall be accomplished by one or more of the following:

- 1) Special coating
- 2) Special protective systems and techniques
- 3) Other suitable measures, including selection of pipe material



(b) Pelapisan dan sistem proteksi lain harus di pasang secara permukaan yang disiapkan secara benar dan mengikuti spesifikasi yang sudah disetujui atau rekomendasi pabrikan. Pelapisan hendaknya tahan air, kerusakan karena atmosfer, kerusakan mekanikal, dan kerusakan katodik.

b) Coatings and other protective systems shall be installed on a properly prepared surface and in accordance with established specifications or manufacturer's recommendations. The coating should resist water action, atmospheric deterioration, mechanical damage, and cathodic disbondment.

### **A862.2 Instalasi yang sudah ada**

Perusahaan pengelola harus lebih mempercayai pemantauan, investigasi, inspeksi, dan tindakan korektif dari pada pengendalian korosi. Kegiatan demikian harus dilaksanakan dengan interval berkala yang cukup untuk menjamin bahwa pengendalian korosi adekuat dipelihara. Bila ditentukan bahwa korosi terjadi sehingga akan mengganggu keselamatan publik dan pegawai, fasilitas bersangkutan harus direparasi atau diganti dan pengendalian korosi diterapkan atau ditingkatkan.

### **A862.2 Existing installation**

The operating company must rely on monitoring, investigation, inspections, and corrective action to control corrosion. Such activities shall be performed at periodic intervals sufficient to assure that adequate corrosion control is maintained. Where it is determined that corrosion is taking place to the extent that it may be detrimental to public or employee safety, the facility shall be repaired or replaced and corrosion control measures applied or augmented.

### **A862.21 Fasilitas terbenam**

### **A286.21 Submerged facilities**

#### **A862.214 Kriteria perlindungan katodik**

#### **A862.214 Cathodic protection criteria**

- a) Kriteria. Kriteria perlindungan katodik dijelaskan dalam Lampiran K.
- b) Pengecekan listrik. Perusahaan pengelola harus secara berkala mengambil catatan listrik pada setiap lokasi tes yang tersedia untuk memastikan bahwa tingkat perlindungan katodik memenuhi salah satu kriteria dalam Lampiran K.

- a) Criteria. The criteria for cathodic protection are specified in Appendix K.
- b) Electrical checks. The operating company shall take electrical readings periodically at each test location available to assure that the cathodic protection level meets one of the criteria in Appendix K.

Sebelum dilakukan setiap tes listrik, inspeksi harus diadakan untuk menjamin kontinuitas listrik dan kontak yang baik pada pipa penyalur dibuat dengan koneksi tes.

Before each electrical test is performed, an inspection shall be made to assure electrical continuity and that a good contact to the pipelines is made by the test connection.

### **A862.15 Interferensi listrik**

### **A862.15 Electrical Interference**

Pengetesan berkala harus dilakukan untuk menjamin bahwa isolasi listrik dari pipa

Periodic tests shall be made to assure that electrical isolation from foreign pipelines or



penyalur asing atau bangunan lain tetap sempurna. Beberapa indikasi interferensi listrik ialah: perubahan dalam pipa ke potensi elektrolit, perubahan arah dan besarnya arus, *pitting* setempat, dan rusaknya pelapis.

Bila pipa penyalur asing baru diletakkan di sekitar pipa yang ada, inspeksi harus dilakukan untuk memastikan isolasi listrik sesuai dengan butir 862.114. Jika isolasi listrik tidak dapat diperoleh, tindakan harus diambil untuk meminimalkan interferensi listrik. Catatan khusus harus dibuat untuk mengecek dan memelihara isolasi listrik dari anjungan jika sistem bersangkutan tidak didesain secara spesifik untuk dilindungi bersama-sama.

#### **A862.16 Pemeriksaan ketika dibuka**

Bila pipa penyalur diangkat ke atas air untuk tujuan pemeliharaan dan reparasi, perusahaan pengelola harus secara visual menginspeksinya untuk memperoleh bukti adanya deteriorasi pelapis, korosi eksternal, dan bila mungkin, kondisi setiap anoda yang terekspos. Jika terjadi korosi berlebihan, tindakan remedial harus dilakukan menurut kebutuhan. Jika reparasi dilakukan di bawah air, inspeksi untuk mencari bukti korosi eksternal atau deteriorasi pelapis harus dilakukan dan diambil tindakan korektif yang diperlukan untuk memelihara perlindungan korosi pipa penyalur.

#### **A862.25 Korosi atmosferis**

Inspeksi detail semua perpipaian untuk mengecek korosi atmosferis harus dilakukan secara berkala. Inspeksi ini harus mencakup area yang paling peka terhadap korosi flensa, baut flensa, area di bawah pengikat pipa, area tempat pipa bersentuhan dengan penyangganya, dan tempat di mana embun tertampung. Bila ditemukan korosi atmosferis, tindakan korektif harus diambil segera. Tindakan korektif harus terdiri dari pengecatan, penggantian komponen menurut keperluan, atau tindakan lain yang dipandang tepat oleh perusahaan pengelola.

other structures remains complete. Some indications of electrical interference are: changes in pipe to electrolyte potential, changes in current magnitude or direction, localized pitting, and coating breakdown.

When new foreign pipelines are laid in the vicinity of existing lines, inspections shall be made to assure electrical isolation in accordance with para. 862.114. If electrical isolation cannot be attained, measures shall be taken to minimize electrical interference. Particular note should be made to check and maintain electrical isolation from the platform unless the system was specifically designed to be jointly protected.

#### **A862.216 Examination when exposed**

When a pipeline is lifted above water for maintenance or repair, the operating company shall visually inspect for evidence of coating deterioration, external corrosion, and where possible, the condition of any exposed anode. If excessive corrosion is present, remedial action shall be taken as necessary.

If repairs are made below water, inspection for evidence of external corrosion or coating deterioration shall be made and necessary corrective action shall be taken to maintain the corrosion protection of the pipeline.

#### **A862.25 Atmospheric corrosion**

Detailed inspections shall be made periodically of all piping for atmospheric corrosion. This inspection shall include those areas most susceptible to corrosion such as flanges, flange bolts, areas under pipe straps, areas where pipe is in contact with supports, and other places where moisture collects. Where atmospheric corrosion is found, prompt corrective action shall be taken. Corrective action shall consist of painting, replacement of components as necessary, or other action deemed appropriate by the operating company.



**A864 Pengendalian korosi internal****A864.1 Umum**

Pendesainan dan pemeliharaan fasilitas pipa penyalur yang mungkin membawa gas alam yang mengandung dioksida karbon, klorida, sulfida hidrogen, asam organik, padatan atau presipitasi, persenyawaan mengandung sulfur, oksigen, atau air bebas memerlukan pertimbangan khusus untuk pengendalian korosi internal.

**A863 Internal corrosion control****A863.1 General**

The design and maintenance of offshore pipeline facilities that may carry natural gas containing carbon dioxide, chlorides, hydrogen sulfide, organic acids, solids or precipitates, sulphur bearing compounds, oxygen, or free water require special consideration for the control of internal corrosion.





**Bab IX Service gas asam****B800 Service gas asam****B801 Umum**

Bab IX menyinggung hanya untuk servis jalur pipa gas yang mengandung tingkat hidrogen sulfida yang didefinisikan sebagai "gas asam" pada bab ini. Bab ini diorganisasi secara paralel penomoran dan isinya dengan bab VII dari kode ini. Semua ketentuan dari bab VII kode ini juga dipersyaratkan dalam bab ini kecuali dimodifikasi secara khusus di bab ini. Judul paragraph mengikuti yang tertera di bab pertama dari 7 dengan awalan "B". Jika paragraph yang terdapat di Bab I sampai VII tidak mempunyai paragraph yang berhubungan pada chapter ini, persyaratan yang berlaku untuk service gas asam tanpa modifikasi. Jika paragraph pada bab ini tidak saling berkaitan untuk Bab I sampai VII, persyaratan berlaku untuk gas asam saja.

**B802 Lingkup dan maksud****B802.1 Lingkup**

Bab dari kode ini mencakup rancangan, material yang diperlukan, fabrikasi, instalasi, inspeksi, uji, dan aspek keselamatan dari operasi dan perawatan dari sistem gas asam.

**B802.2 Maksud**

Intensi dari Bab ini adalah menyediakan persyaratan / informasi yang memadai untuk rancangan yang dapat dipercaya dan aman, instalasi, operasi, dan perawatan sistem jalur pipa untuk service gas asam. Persyaratan pada Bab ini merupakan tambahan persyaratan dari yang tertinggal pada Kode ini. Adalah bukan maksud dari Bab untuk memasukkan semua persyaratan yang diperlukan. Persyaratan khusus wajib dibuat untuk keperluan khusus yang tidak dinyatakan secara spesifik. Bab ini tidak dimaksudkan untuk menghindari pengembangan dan aplikasi dari peralatan dan teknologi baru. Kegiatan / aktivitas seperti ini memang didorong, selama persyaratan

**Chapter IX Sour gas service****B800 Sour gas service****B801 General**

Chapter IX pertains only to gas pipeline service that contains hydrogen sulfide levels defined as "sour gas" in this Chapter. This Chapter is organized to parallel the numbering and content of the first seven chapters of the Code. All provisions of the first seven chapters of the Code are also requirements of this Chapter unless specifically modified here in. Paragraph headings follow those in the first seven chapters with the prefix "B".

If a paragraph appearing in Chapters I through VII does not have a corresponding paragraph in this Chapter, the provisions apply to sour gas service without modification. If a paragraph in this Chapter has no corresponding paragraph in Chapters I through VII, the provisions apply to sour gas only.

**B802 Scope and intent****B802.1 Scope**

This Chapter of the Code covers the design, material requirements, fabrication, installation, inspection, testing, and safety aspects of operation and maintenance of sour gas systems.

**B802.2 Intent**

The intent of this Chapter is to provide adequate requirements for the safe and reliable design, installation, operation, and maintenance of sour gas service pipeline systems. Requirements of this Chapter supplement the requirements of the remainder of the Code. It is not the intent of this Chapter to be all inclusive. Provisions must be made for special considerations that are not specifically addressed. This Chapter is not intended to prevent the development and application of new equipment and technology. Such activity is encouraged as long as the safety and reliability requirements of the Code are satisfied.



keselamatan dan dapat dipercaya dari Kode ini dipenuhi

### B803 Istilah dan definisi gas asam

**Kekerasan:** ketahanan dari metal untuk deformasi plastik biasanya dengan lekukan. Untuk baja karbon, kekerasan dapat dihubungkan dengan tegangan tarik maksimum. Angka Kekerasan Brinell : suatu nilai yang menyatakan kekerasan metal yang dihasilkan dengan menekan bola baja keras dengan diameter spesifik ke metal yang dibebani dengan berat tertentu. Untuk standar 3000-kg load, angka / nilai berkisar dari 81 sampai 945.

**Kekerasan mikro:** sebarang pengukuran kekerasan yang menggunakan beban pembuat lekuk yang kurang dari 10 kg.

**Kekerasan rockwell:** seurutan skala kekerasan untuk metal-metal.

- a) Skala Rockwell "C" (HRC) menggunakan pembuat lekuk berbentuk kerucut berlian dan berat 150 kg. Skala mulai dari 20 untuk baja lunak hingga 67 untuk paduan yang sangat keras.
- b) Skala Rockwell "8" (HRB) menggunakan pembuat lekuk berupa bola metal yang keras dan mulai pada 0 untuk metal yang sangat lunak hingga maksimum 100 untuk metal lunak dan paduan. HRB 100 = HRC 20

**Kekerasan Vicker HV 10 :** Sesuatu nilai yang dicapai dengan menggunakan pembuat lekuk berlian yang berbentuk piramid dengan berat 10 kg. Daerah Akibat Pemanasan (HAZ) : bagian dari metal dasar yang tidak meleleh pada waktu *brazing*, pemotongan atau pengelasan, tetapi terbatas pada struktur mikro dan sifat – sifat yang dipengaruhi oleh panas yang disebabkan oleh proses -proses diatas.

**Retakan Disebabkan Hidrogen (HIC):** Mekanisme retakan dari material yang tidak tahan karat disebabkan karena difusi hidrogen atom ke dalam metal. Atom hidrogen biasanya di karenakan adanya reaksi korosi dari hidrogen sulfida pada baja

### B803 Sour gas terms and definitions

**hardness:** resistance of metal to plastic deformation usually by indentation. For carbon steels, hardness can be related to the ultimate tensile strength.

**Brinell Hardness Number ( BHN):** a value to express the hardness of metals obtained by forcing a hard steel ball of specified diameter into the metal under a specified load. For the standard 3000-kg load, numbers range from 81 to 945.

**Microhardness:** any hardness measurement using an indenter load less than 10 kg.

**Rockwell hardness:** a series of hardness scales for metals.

- a) The Rockwell "C" (HRC) scale uses a cone diamond indenter and a load of 150 kg. The scale starts at 20 for soft steels and reaches a maximum of about 67 for very hard alloys.
- b) The Rockwell "8" (HR8) scale uses a hard metal ball indenter and starts at 0 for extremely soft metals and reaches a maximum of 100 for soft steels and alloys. HRB 100 = HRC 20.

**Vickers Hardness HV 10:** a value achieved by use of a diamond pyramid indenter with a load of 10 kg.

**Heat affected zone (HAZ):** the portion of the base metal that was not melted during brazing, cutting, or welding, but whose microstructure and properties were affected by the heat of these processes.

**Hydrogen induced cracking (HIC):** a cracking mechanism of susceptible materials caused by atomic hydrogen diffusion in the metal. The atomic hydrogen usually is created by the corrosive reaction of hydrogen sulfide on steel in the presence of water.



karena adanya air.

Hidrogen Sulfida ( $H_2S$ ): gas beracun yang biasanya berupa impuritis ditemukan pada beberapa sumur gas. Hal ini juga dapat di ketemukan di tempat akibat aktivitas mikrobiologi.

Tekanan parsial: Ditentukan dengan mengalikan fraksi mol (persen mol dibagi 100) Hidrogen Sulfida yang ada di gas dengan tekanan total dari sistem.

Radius paparan: jarak dari titik pelepasan yang mana konsentrasi  $H_2S$  mencapai tingkatan spesifik (seringkali 100 atau 500 ppm) ditentukan dengan perhitungan dispersi. Gas asam: Gas yang mengandung  $H_2S$  pada 65 psia (4.5 Bar) atau lebih besar pada tekanan parsial 0.05 psia (3,5 mBar) atau lebih besar. Lihat NACE MR0175, judul "Material metal yang tahan terhadap serangan retakan tegangan karena Sulfida" untuk peralatan lapangan minyak.

Retakan karena tegangan sulfida: Mekanisme retakan yang berhubungan dengan korosi karena terkenanya material yang tidak tahan karat dengan ion Sulfida karena adanya air bebas.

### B813 Marka

Kerangan yang memenuhi NACE MR0175 harus diidentifikasi dengan tanda permanen.

### B814 Spesifikasi material

#### B814.1 Persyaratan umum

Material harus memenuhi persyaratan NACE MR0175

### B820 Pengelasan jalur pipa asam

#### B821 Umum

**B821.1** Bagian ini mencermati pengelasan pipa untuk service gas asam pada material-material baja *wrought* dan baja cor dan mencakup sambung las *butt* dan *fillet* pada pipa, kerangan, flensa, *fitting*, dan sambung las *fillet*, flensa *slip-on*, las soket, *fitting*, dst.

*Hydrogen sulfide ( $H_2S$ ):* a toxic gaseous impurity found in some well gas streams. It also can be generated in situ as a result of microbiologic activity.

*Partial pressure:* determined by multiplying the mol fraction (mol percent divided by 100) of hydrogen sulfide in the gas by the total system pressure.

*Radius of exposure (ROE):* the distance from a point of release at which the hydrogen sulfide concentrations reached a specified level (frequently 100 ppm or 500 ppm) determined by dispersion calculations. *Sour gas:* gas containing hydrogen sulfide ( $H_2S$ ) at 65 psia (4.5 Bar) or greater at a partial pressure of 0.05 psia (3.5 m Bar) or greater. See NACE MR0175, titled *Sulfide stress cracking resistant-metallic materials for oilfield equipment*.

*Sulfide stress cracking (SSC):* a corrosion-related cracking mechanism caused by exposure of susceptible materials to sulfide ions in the presence of free water.

### B813 Marking

Valves meeting NACE MR0175 shall be so identified with a permanent tag or marking.

### B814 Material specifications

#### B814.1 General requirements

Materials must meet the requirements of NACE MRO 175.

### B820 Welding sour gas pipeline

#### B821 General

**B821.1** This section concerns the welding of pipe in sour gas service in both wrought and cast steel materials and covers butt and fillet welded joints in pipe, valves, flanges, fittings, and fillet welded joints in pipe, slip-on flanges, socket welds, fittings, etc. as applied



Seperti yang digunakan pada jalur-jalur pipa, komponen-komponen, dan sambungan ke peralatan khusus maupun peralatan besar umum.

### B821.2 Las Seam

Seksi ini tidak berlaku untuk lasan *seam* di pabrikan perpipaan, tetapi pengguna diingatkan supaya memastikan bahwa *seam-seam* yang dipasang sesuai untuk service gas asam pada kondisi terpasang.

**B821.4** Standar kelayakan untuk lasan pada sistem perpipaan seperti yang dinyatakan pada API-1104 Seksi 6, atau Section 6, or ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division I, harus digunakan; tetapi persyaratan tambahan untuk uji kekerasan dan tegangan sisa selayaknya dilakukan.

### B822 Persiapan untuk pengelasan

#### B822.3 Las penyekat

Las-lasan penyekat harus mempunyai prosedur kualifikasi yang terpisah.

#### B822.4 Pembersihan

Pipa yang sudah pernah dipakai untuk service gas asam harus dibersihkan dengan teliti hingga berwarna cerah di permukaan bagian dalam 1 inchi sebelum bevel pengelasan.

### B823 Prosedur-prosedur kualifikasi dan pengelas

Persyaratan-persyaratan dari para 823.1 dan 823.11 tidak perlu untuk seksi ini.

#### B823.2 Persyaratan untuk prosedur kualifikasi dan pengelas pada sistem perpipaan.

**B823.22** Seluruh prosedur dan kinerja kualifikasi harus berdasarkan persyaratan uji mekanikal destruktif.

#### B823.24 Pengendalian kekerasan.

Kekerasan dari daerah pengelasan termasuk

in pipelines, components, and connections to apparatus or equipment.

### B821.2 Seam welds

This section does not apply to the welding of the seam in the manufacture of pipe, but the user is cautioned to ensure that such seams are suitable for sour gas service in their installed condition.

**B821.4** The standards of acceptability for welds of piping systems as established in API-1104, Section 6, or ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division I, shall be used; however, additional requirements for hardness and residual stress should be considered.

### B822 Preparation for welding

#### B822.3 Seal welds

Seal welds shall have a separate qualified procedure.

#### B822.4 Cleaning

Pipe that has been in sour gas service shall be thoroughly cleaned to bright metal on the inside surfaces back 1 in. from the weld bevel.

### B823 Qualifications of procedures and welders

The requirements of paras. 823.1 and 823.11 shall not apply to this section.

#### B823.2 Requirements for qualifications of procedures and welders on piping systems

**B823.22** All procedure and performance qualifications shall be based on destructive mechanical test requirements.

#### B823.24 Hardness control.

The hardness of all weld zones including weld metal and heat affected zones on



metal las dan daerah yang terpengaruh oleh panas pengelasan pada spesimen untuk uji kualifikasi pengelasan harus memenuhi persyaratan kekerasan untuk pengelasan paduan seperti yang diterangkan pada NACE MR0175. Untuk kebanyakan pipa paduan, kekerasan maksimum yang diperbolehkan HRC 22. Pengguna bertanggungjawab untuk memastikan atas spesimen yang digunakan untuk kualifikasi pengelasan sudah memenuhi syarat metalurgi sesuai seperti untuk pengelasan jalur pipa yang sebenarnya.

CATATAN Baik survei kekerasan makro maupun mikro dari spesimen kualifikasi yang sudah disiapkan dengan benar seringkali digunakan untuk menentukan terbentuknya daerah HAZ yang tipis dan keras. Batas maksimum besaran kekerasan makro yang diakui secara umum yang dekat dengan permukaan dalam adalah 250 HVIO.

## B824 Pra pemanasan

### B824.5 Pembakaran hidrogen atau pipa yang sudah digunakan

Pipa yang sudah digunakan pada service gas asam harus dipanaskan selama paling tidak 20 menit pada 400 F (204 C) atau lebih untuk mengeluarkan / melepaskan hidrogen yang terperangkap didalam struktur metal. Pemanasan ini harus dilakukan sebelum pengelasan dimulai. Pemanasan ini sebagai tambahan yang perlu diutamakan pada setiap pra pemanasan dan tercantum pada prosedur pengelasan untuk pipa baru.

## B825 Pelepasan tegangan

**B825.2** Komposisi kimia dari baja dan prosedur pengelasan harus dikontrol hingga batas kekerasan dari pengelasan seperti yg disyaratkan pada paragraf B823.24. Bila efektifitas dari pengontrolan diragukan, maka pertimbangan untuk pelepasan tegangan pada las-lasan untuk service gas asam wajib dilakukan.

Secara umum pengelasan *temper bead*, prosedur *peening*, atau perlakuan panas pada suhu rendah sesudah pengelasan tidak memberikan proteksi yang ekuivalen terhadap retakan seperti yang dilakukan pada pelepasan tegangan secara *full thermal*.

welding qualification test specimens shall meet the hardness requirements for the alloys welded as specified in NACE MR0175. For most common pipe alloys, the maximum allowable hardness is HRC 22. It is the user's responsibility to ensure the welding qualification specimen is metallurgically representative of full-scale pipeline welds.

NOTE Both macrohardness and microhardness surveys of properly prepared qualification specimens are frequently used to determine the presence of thin HAZ hard zones. A commonly accepted maximum macrohardness limit near the inside surface is 250 HVIO.

## B824 Preheating

### B824.5 Hydrogen bake out or used pipe

Pipe that has been used in sour gas service shall be heated for at least 20 min at 400°F (204°C) or higher to drive off any hydrogen in the metal. Heating shall be done just prior to welding. This heating should be in addition to and immediately preceding any preheating specified in the welding procedure for new pipe.

## B825 Stress relieving .

**B825.2** The chemistry of the steel and welding procedure shall be controlled to limit the hardness of the weldment as required by para. B823.24. When the effectiveness of such controls is questionable, consideration shall be given to stress relieving welds in sour gas service.

In general, temper bead welding, peening procedures, or low-temperature postweld heat treatment does not provide the equivalent protection from service cracking as does a full thermal stress relief.



**B825.6 Temperatur pelepasan tegangan**

(a) Pelepasan tegangan secara normal dilakukan pada temperatur 1100 F (593 C) untuk baja karbon, dan 1200 F (649 C) untuk baja paduan ferritic. Prosedur-prosedur pelepasan tegangan yang lain bisa diganti jika ditunjang dengan fakta metalurgi yang jelas. Jangkauan temperatur yang benar harus ditentukan pada spesifikasi prosedur.

(b) Jika pelepasan tegangan pada sambungan yang merupakan metal yang tidak sama mempunyai persyaratan pelepasan tegangan yang berbeda, maka material yang memerlukan temperatur pelepasan tegangan yang lebih tinggi yang harus diikuti. Pertimbangan khusus ini mungkin diperlukan terutama untuk baja austenit dan baja dengan unsur paduan yang tinggi.

(c) Kebutuhan kenaikan temperatur pada bagian-bagian yang dipanaskan harus dilakukan secara bertahap dan ditahan pada temperatur tersebut untuk jangka waktu tertentu yang sebanding minimal 1 jam/in (1 jam/25 mm) dari ketebelan dinding pipa, tetapi tidak kurang dari ½ jam, dan harus dibiarkan untuk pendinginan secara perlahan dan merata.

(d) Rekor. Rekor yang memadai dari siklus pelepasan tegangan harus dibuat untuk masing-masing las yang dilepasakan tegangan.

(e) Kontrol Temperatur. Sekelompok las-lasan yang berdekatan, seperti 3 las-lasan pada tee, dapat dikontrol dan direkor dengan termokopel tunggal.

**B826 Uji pengelasan dan inspeksi**

**B826.2** Inspeksi dan uji untuk pengendalian kualitas dari las-lasan pada sistem perpipaan untuk gas asam Tambahan untuk subpara 826.2 (a) sampai (f) untuk jalur pipa gas asam di lokasi-lokasi kelas 3 atau 4, stasiun-stasiun kompresor, yang menyeberangi sungai, yang menyeberangi jalur kereta api atau jalan raya, 100 % las-lasan lapangan harus diperiksa dengan inspeksi nondestruktif. Inspeksi nondestruktif

**B825.6 Stress relieving temperature**

(a) Stress relieving is normally performed at a temperature of 1,100°F (593°C) for carbon steels and 1,200°F (649°C) for ferritic alloy steels. Other stress relieving procedures may be substituted when properly supported with metallurgical evidence. The exact temperature range shall be stated in the procedure specification.

(b) When stress relieving a joint between dissimilar metals having different stress relieving requirements, the material requiring the higher stress relieving temperature shall govern. Special considerations may be required for austenitic and other high alloys.

(c) The parts heated shall be brought slowly to the required temperature and held at that temperature for a period of time proportioned on the basis of at least 1 hr/in. ( 1 hr/25 mm) of pipe wall thickness, but in no case less than ½ hr. and shall be allowed to cool slowly and uniformly.

c) *Records.* A suitable record of the stress relief cycles shall be provided for each weld stress relieved.

(f) *Temperature Control.* A group of closely spaced welds, such as three welds on a tee, can be controlled and recorded by a single thermocouple.

**B826 Welding and inspection tests**

**B826.2** Inspection and tests for quality control of welds on sour gas piping systems In addition to subparas. 826.2(a) through (f) for sour gas lines in Class 3 or 4 locations. compressor stations, major or navigable river crossings. railroad crossings. and road crossings, 100% of all field welds shall be checked by nondestructive inspection. Nondestructive inspection may be conducted before or after stress relieving.



dapat dilakukan sebelum atau sesudah pelepasan tegangan.

### **B830 Komponen sistem perpipaan dan detil fabrikasi**

Sebagai tambahan untuk para 830, seluruh komponen-komponen harus memenuhi persyaratan yang tertera pada NACE MR0175 dengan benar.

### **B831 Komponen sistem perpipaan**

#### **B831.1 Kerangan dan peralatan penurun tekanan**

##### **B831.13**

a) Instrumentasi, *tubing* instrumentasi, alat kontrol, pengukur, dan komponen-komponen yang lain yang merupakan alat penampung dari sistem tekanan harus memenuhi persyaratan yang tertera pada NACE MR0175.

b) Sebagian besar paduan tembaga mengalami korosi yang parah pada service asam. Kelayakan penggunaan paduan diatas untuk komponen-komponen pada service asam harus diselidiki dan diteliti secara hati-hati.

#### **B831.2 Flensa**

##### **B831.22 Baut.**

(h) Baut yang terpapar gas asam dan tidak terpapar oleh udara karena adanya insulasi termal, proteksi untuk flensa, atau hal-hal yang menyangkut ciri-ciri rancangan harus memenuhi persyaratan yang tertera pada NACE MR0175. Perancang selayaknya mengakomodasi pembautan yang memenuhi persyaratan NACE MR0175, seperti jenis ASTM A 193 grade B7M, yang sifat tariknya telah diturunkan, dan rancangan sambungannya harus sesuai untuk tingkat penurunan tersebut. Pembautan yang terpapar lingkungan atmosfer dapat menggunakan jenis konvensional ASTM A 193 grade B7.

### **B830 Piping system components and fabrication details**

In addition to para. 830, all components shall meet the requirements of NACE MR0175 as appropriate.

### **B831 Piping system components**

#### **B831.1 Valves and pressure reducing devices**

##### **B831.13**

a) Instruments, instrument tubing, controllers, gauges, and other components that become a pan of the pressure containment system shall meet NACE MR0175 requirements.

b) Most copper-based alloys suffer severe corrosion in sour service. Use of such alloys in any components shall be investigated for suitability.

#### **B831.2 Flanges**

##### **B831.22 Bolting**

(h) Bolting exposed to sour gas and denied access to air due to thermal insulation, flange protectors, or certain design features shall meet the requirements of NACE MR0175 as appropriate. Designers should note that bolting meeting NACE MR0175 requirements, such as type ASTM A 193 grade B7M, have derated tensile propenies, and the joint design shall be appropriate for such deration. Bolting opened to atmosphere may be conventional ASTM A 193 grade B7 bolting.



**B840 Perancangan, pemasangan dan pengujian****B841 Pipa baja****B841.1 Syarat-syarat perancangan sistem pipa baja****B841.11 Formula rancangan pipa baja**

c) Kontrol rekahan. Kontrol rekahan selayaknya diperhitungkan untuk service gas asam.

**B841.114 Faktor disain  $F$  dan kelas lokasi.** Jika menggunakan tabel 841.114A, faktor disain  $F = 0.80$  tidak boleh digunakan untuk service gas asam.

**B841.2 Pemasangan pipa baja penyalur dan Besar****B841.23 Tekukan, elbows, dan miters pada pipabaja penyalur**

**B841.231** Tekukan-tekukan yang digunakan untuk pipa gas asam harus memenuhi persyaratan dari NACE MR0175 sesuai dengan kondisi dan bentuk awal dari material tersebut. Tekukan secara panas dapat dilakukan untuk memenuhi persyaratan NACE MR0175. Purwarupa tekukan yang pertama diperlukan untuk pengujian, untuk memastikan persyaratan kekerasan NACE MR0175 serta keliatan dan sifat tarik masih dipenuhi. Tidak satupun dari tekukan yang berkerut atau tekukan *mitter* yang boleh dipakai pada jalur pipa untuk service asam.

**B841.24** Persyaratan pipa permukaan yang dapat dipakai untuk perpipaian dan yang besar yang beroperasi pada tegangan melingkar 20 % atau lebih dari yang tertera pada tegangan yield minimum

**B841.254 Bakar busur.** Sebagai tambahan, bakar busur ditemukan menjadi penyebab konsentrasi tegangan yang mengkhawatirkan pada pipa penyalur dan penyalur gas asam, dan harus dihindari atau dihilangkan pada seluruh pipa penyalur. Bakar busur dapat dihilangkan dengan cara *grinding*, *chipping* atau *machining*. Hasil yang berlubang / berongga harus dibersihkan

**B840 Design, installation, and testing****B841 Steel pipe****B841.1 Steel piping systems design requirements****B841.11 Steel pipe design formula**

(c) *Fracture control*. Fracture control should be considered for sour gas service.

**B841.114 Design factors  $F$  and location classes.** When using Table 841.114A, design factor  $F$  of 0.80 shall not be used for sour gas service.

**B841.2 Installation of steel pipelines and mains****B841.23 Bends, elbows, and miters in steel pipelines**

**B841.231** Bends used in sour gas pipe shall meet the requirements of NACE MR0175 in the as-bent condition. Hot bends may be needed to meet NACE MR0175 requirements. The first prototype bend may be needed for testing to ensure hardness requirements of NACE MR0175 and that both toughness and tensile properties are still acceptable. Neither wrinkle bends nor miter bends are permitted for sour gas lines.

**B841.24 Pipe Surfaces Requirements** Applicable to Pipelines and Mains to Operate at a Hoop Stress of 20% or More of the Specified Minimum Yield Strength

**B841.245 Arc burns.** Additionally, arc burns have been found to cause serious stress concentration in pipelines and in sour gas lines, and shall be prevented or eliminated in all lines.

Arc burns may be removed by grinding, chipping, or machining. The resulting cavity shall be thoroughly cleaned and checked for complete removal of damaged material by



dengan cermat dan harus diperiksa agar material yang rusak karena etsa dengan larutan 10 % Ammonium Persulfat atau larutan 5 % asam nitrat dalam alkohol, tidak tertinggal sedikitpun. Bila pembersihan material yang rusak sudah dilakukan dengan baik, maka kemungkinan rongga untuk bersatu/gabung dengan kontur asli dari pipa dapat dilakukan dengan *grinding*, meninggalkan sisa ketebalan dinding pada batas yang dibolehkan.

**B841.26 Hot taps.** Sebagai tambahan pada paragraf 841.26 dari Bab IV, Harap diperhatikan bahwa *hot tapping* pada penyalur gas asam berkaitan dengan risiko terhadap kesehatan dan metalurgi dan harus dilakukan hanya jika ada persetujuan tertulis dari perusahaan operasi.

**B841.27** Perhatian untuk menghindari ledakan atau gas. Campuran udara atau kebakaran yang tidak dikontrol pada saat konstruksi

**B841.271** Sebagai tambahan dari perhatian yang diuraikan pada paragraf 841.271 Bab IV, harap diperhatikan bahwa pengelasan dan pemotongan panas pada penyalur gas asam berkaitan dengan risiko terhadap kesehatan dan metalurgi dan harus dilakukan hanya jika ada persetujuan tertulis dari perusahaan operasi.

### **B841.3 Pengujian setelah konstruksi**

**B841.31 Ketentuan khusus.** Sebagai tambahan pada paragraf Bab IV, harap diperhatikan bahwa pengujian dengan adanya gas asam berisiko terhadap kesehatan dan metalurgi dan harus dilakukan hanya jika ada persetujuan tertulis dari perusahaan operasi.

### **B842 Material-material lainnya**

#### **B841.1**

Material-material harus sesuai dengan persyaratan NACE MR0175 yang dapat dipakai.

etching with a 10% solution of ammonium persulfate or a 5% solution of nitric acid in alcohol (nital). If removal of damaged material is complete, the cavity may be merged smoothly into the original contour of the pipe by grinding, provided the remaining wall thickness is within specified limits.

**B841.26 Hot taps.** In addition to para. 841.26 of Chapter IV, it should be noted that hot tapping of sour gas lines presents special health and metallurgical concerns and shall be done only to written operating company approved plans.

**B841.27** Precautions to avoid explosions or gas- air mixtures or uncontrolled fires during construction operations

**B841.271** In addition to the precautions outlined in para. 841.271 of Chapter IV, it should be noted that welding and cutting on sour gas lines presents special health and metallurgical concerns and shall be done only to written operating company approved plans.

### **B841.3 Testing after construction**

**B841.31 General provisions.** In addition to para. 841.31 of Chapter IV, it should be noted that testing with sour gas presents special health and metallurgical concerns and shall be done only to written operating company approved plans.

### **B842 Other materials**

#### **B842.1**

Materials shall meet the requirements of NACE MRO175 as applicable.



**B842.3 Perancangan pipa plastik****B842.3 Design of plastic piping****B842.39 Pipa plastik dan sambungan tubing****B842.39 Plastic pipe and tubing joints and connections****B842.392 Persyaratan sambungan.**

Sambungan ikatan fusi pada pipa termoplastik yang digunakan pada service gas asam adalah memenuhi syarat. Seluruh prosedur semen, perekat, dan sambungan ikatan fusi dan penyambung harus dikwalifikasikan dalam prosedur tertulis menggunakan spesimen uji destruktif dari sambungan pipa plastik dengan skala sesungguhnya.

**B842.392 Joint requirements.** Fusion bonded joints in thennoplatic pipe used in sour gas service are acceptable. All cement, adhesive, and fusion bonding joining procedures and joiners shall be qualified to written procedures using destructive test specimens of full scale plastic pipe joints.

**B843 Stasiun kompresor****B843 compressor stations****B843.4 Peralatan stasiun kompresor****B843.4 Compressor station equipment****B843.4 Fasilitas pengolahan gas****B843.41 Gas treating facilities**

**B843.413** Seluruh material metalik yang kontak langsung dengan gas asam harus memenuhi persyaratan yang tertera pada NACE MR0175. Peralatan keselamatan perorangan dianjurkan untuk digunakan pada fasilitas gas asam. Dianjurkan untuk menggunakan sensor hidrogen sulfida yang handal yang mampu menggerakkan sistem *shutdown* darurat.

**B843.413** All metallic materials in contact with pressurized sour gas shall meet the requirements of NACE MR0175 as applicable. Personal safety equipment should be considered for use at sour gas facilities. Use of appropriate hydrogen sulfide sensors capable of actuating station emergency shutdown systems should be considered.

**B844 Tempat gas jenis pipa dan botol****B844 Pipe-type and bottle-type holders**

Tempat gas jenis pipa dan botol tidak boleh digunakan pada gas asam. Penyimpanan gas asam diluar jangkauan dari kode ini.

Pipe- and bottle-type holders shall not be used for sour gas. Storage of sour gas is outside the scope of this Code.

**B850** Pertimbangan tambahan untuk operasi dan perawatan yang mempengaruhi keselamatan penyalur pipa gas

**B850** Additional operating and maintenance considerations affecting the safety of sour gas pipelines

**B850.1** Radius paparan (ROE) untuk kalkulasi  $H_2S$  harus dibuat menggunakan persamaan penyebaran udara yang sesuai seperti bersamaan Pasquel-Gifford sebagai berikut :

**B850.1** Radius of exposure (ROE) to  $H_2S$  calculations shall be made using a suitable air dispersion equation such as the Pasquel--Gifford equation given as follows:

- 1) Masing-masing operator harus menentukan konsentrasi hidrogen sulfida pada campuran gas di sistem. Standar yang sesuai adalah ASTM D 2385, GPA C-1, GPA publikasi 2265.
- 2) Persamaan radius paparan
  - a) Persamaan radius paparan untuk tingkat 100 ppm setelah penyebaran

- 1) Each operator shall detennine the hydrogen sulfide concentration in the gaseous mixture in the system. Suitable standards are ASTM D 2385, GPA C-I, GPA publication 2265.
- 2) Radius of exposure equations
  - a) Radius of exposure equation to the 100-ppm level of  $H_2S$  after dispersal:



$$b) X = \{(1.589) M Q\}^{0.6258}$$

- b) Persamaan radius paparan untuk tingkat 500 ppm H<sub>2</sub>S setelah penyebaran

$$X = \{(1.4546) M Q\}^{0.6258}$$

Yang mana

M = fraksi mol H<sub>2</sub>S pada campuran gas

Q = Volume maksimum yang ditentukan tersedia untuk pelepasan dalam feet kubik per hari yang dikoreksi pada 14,65 psia dan 60° F

X = radius paparan (ROE) dalam feet

- 3) Persamaan dalam metrik

- a) Tingkat H<sub>2</sub>S 100 ppm setelah penyebaran:

$$X_m = [(8,404) M Q_m]^{0.6258}$$

- b) Tingkat H<sub>2</sub>S 500 ppm setelah penyebaran

$$X_m = [(2,404) M Q_m]^{0.6258}$$

dimana

M = fraksi mol H<sub>2</sub>S pada campuran gas

Q<sub>m</sub> = Volume maksimum yang ditentukan tersedia untuk pelepasan dalam meterkubik per hari yang dikoreksi pada 1,01 bars dan 15,6° C

X<sub>m</sub> = radius paparan (ROE) dalam meter

CATATAN Persamaan diatas berasumsi periode pelepasan dalam 24 jam. Bila segmen dari pipa penyalur dan diisolasi kurang dari 24 jam., pengurangan harga Q yang layak perlu digunakan.

- 4) Contoh-contoh ROE 100 ppm dan 500 ppm untuk variasi pelepasan dalam 24 jam dan fraksi mol H<sub>2</sub>S sebagai berikut :

$$X = [(1.589) M Q]^{0.6258}$$

- b) Radius of exposure equation to the 500-ppm level of H<sub>2</sub>S after dispersal:

$$X = [(1.4546) M Q]^{0.6258}$$

Where

M = mol fraction of hydrogen sulfide in the gas- eous mixture

Q = maximum volume determined to be available for escape in cubic feet per day corrected to 14.65 psia and 60°F

X = radius of exposure (ROE) in feet

- 3) Metric Equations

- a) 100 ppm level of H<sub>2</sub>S after dispersal:

$$X_m = [(8.404) M Q_m]^{0.6258}$$

- (b) 500-ppm level of H<sub>2</sub>S after dispersal:

$$X_m = [(2.404) M Q]^{0.6258}$$

where

M = mol fraction of hydrogen sulfide in the gaseous mixture

Q<sub>m</sub> = maximum volume determined to be available for escape in cubic meters per day corrected to 1.01 bars and 15.6°C.

X<sub>m</sub> = radius of exposure (ROE) in meters

NOTE The equations assume a 24-hr release. When a pipeline segment can be isolated in less than 24 hr. appropriate reductions in (Q) may be used.

- 4) Examples of 100-ppm and 500-ppm ROE for various 24-hr releases and H<sub>2</sub>S mol fractions are as follows.



100-ppm ROE			500-ppm ROE		
ROE ft. X	Release MMSCFD Q(1,000,000)	H <sub>2</sub> S Mol Fraction	ROE ft. X	Release MMSCFD Q(1,000,000)	H <sub>2</sub> S Mol Fraction
1,165	1	0.05	533	1	0.05
3,191	5	0.05	1,458	5	0.05
4,924	10	0.05	2,250	10	0.05
7,597	20	0.05	3,472	20	0.05
9,792	30	0.05	4,474	30	0.05
1,798	1	0.1	822	1	0.1
4,924	5	0.1	2,250	5	0.1
7,597	10	0.1	3,472	10	0.1
11,723	20	0.1	5,357	20	0.1
15,109	30	0.1	6,904	30	0.1
2,775	1	0.2	1,268	1	0.2
7,597	5	0.2	3,472	5	0.2
11,723	10	0.2	5,357	10	0.2
18,090	20	0.2	8,266	20	0.2
23,315	30	0.2	10,654	30	0.2

#### B850.4 Hal-hal utama yang diperhatikan dalam perencanaan darurat

**B850.42 Program pelatihan.** Sebagai tambahan untuk pelatihan yang konvensional, seluruh lini pegawai operasi gas asam dan perawatan harus mendapatkan pelatihan

- Sifat dan bahaya H<sub>2</sub>S
- Akibat H<sub>2</sub>S pada komponen metal pada pipa penyalur dan peralatan operasi
- Peringatan keselamatan
- Pengoperasian dari peralatan keselamatan dan sistem penunjang kehidupan
- Prosedur *shutdown* dan tindakan perbaikan

#### B851 Perawatan pipa penyalur

**B851.7** Sebagai tambahan untuk masing-masing tanda yang diperlukan di subpara 851.7 © Bab V, untuk operasi yang mana radius paparan 100 ppm lebih besar dari 50 feet (15,2 m), tanda peringatan "GAS BERACUN" harus dipasang. Seluruh fasilitas permukaan harus juga ditandai dengan plakat "GAS BERACUN".

**B851.10** Jika membuang /membersihkan saluran gas asam, pertimbangan harus dilakukan untuk menggunakan sistem *flare* permanen atau sementara.

#### B850.4 Essential features of the emergency plan

**B850.42 Training program.** In addition to conventional training, all sour gas operation and maintenance line personnel shall be trained in

- hazards and characteristics of H<sub>2</sub>S
- effect on metal components of the lines and equipment
- safety precautions
- operation of safety equipment and life support systems
- corrective action and shutdown procedures

#### B851 Pipeline maintenance

**B851.7** In addition to each sign required in subpara. 851.7 (c) of Chapter V, for operations where the 100.. ppm radius of exposure is greater than 50 ft (15.2 m), a "POISON GAS" sign shall be installed. All surface facilities shall also be marked with "POISON GAS" signs.

**B851.10** When blowing down sour gas lines, consideration shall be given to the use of suitable permanent or temporary flare systems.



**B855 Konsentrasi orang di lokasi kelas 1 dan 2**

**B855.1 Pengamanan.** Fasilitas permukaan yang tidak dijaga selayaknya dilindungi dari orang-orang yang tidak berkepentingan jika berlokasi disekitar ¼ mil dari pemukiman, daerah komersil, atau bangunan berpenghuni, parkir umum, pemberhentian bus; atau daerah yang berpenduduk.

- 1) Proteksi selayaknya disediakan dengan jalan memagari dan dikunci atau kerangan yang bisa dipindahkan dan instrumentasi dan sumbatan atau peralatan yang sejenis lainnya.
- 2) Pipa penyalur permukaan tidak dianggap sebagai fasilitas permukaan yang permanen.
- 3) Tambahan kontrol dan prosedur keselamatan atau peralatan keselamatan selayaknya dipasang dan dirawat untuk menghindari H<sub>2</sub>S yang lepas secara kontinyu dan tidak terdeteksi jika beberapa kondisi berikut terdapat :
  - a) Radius paparan 100 ppm yang lebih dari 50 fet (15,2 m) dan termasuk setiap bagian daerah untuk umum kecuali jalan raya.
  - b) Radius paparan 500 ppm yang lebih jauh dari 50 feet (15,2 m) dan termasuk setiap bagian jalan raya.
  - c) Radius paparan yang lebih jauh dari 3000 feet (915 m).
  - d) *Rencana Mengatasi Kemungkinan yang Terjadi.* Operasi berdasarkan subpara (d) diatas harus mempunyai rencana diatas secara tertulis dan diberikan kepada provinsi dan otoritas lokal yang menangani keadaan darurat. Perencanaan tersebut termasuk peta daerah, lokasi dari kerangan penutup, kunci kerangan dan kunci gembok.

**B860 Pengendalian korosi untuk pipa penyalur gas asam****B861 Umum****B861.1 Cakupan**

Bagian ini terdiri persyaratan penggantian dan tambahan untuk pengendalian korosi eksternal maupun internal dari perpipaian dan komponen untuk operasi gas asam. Dimana

**B855 Concentrations of people in location classes 1 and 2**

**B855.1 Security.** Unattended fixed surface facilities should be protected from public access when located within ¼ mile of a residential, commercial, or other inhabited or occupied structure; bus stop; public park; or similarly populated area.

- 1) The protection should be provided by fencing and locking or removal of valves and instrumentation and plugging of ports. or other similar means.
- 2) Surface pipeline is not considered a fixed surface facility.
- 3) Additional control and safety procedures or safety devices should be installed and maintained to prevent the undetected continuing release of hydrogen sulfide if any of the following conditions exist:
  - a) The 100-ppm radius of exposure is in excess of 50 ft (15.2 m) and includes any part of a public area except a public road.
  - b) The 500-ppm radius of exposure is greater than 50 ft (15.2 m) and includes any part of a public road.
  - c) The 100-ppm radius of exposure is greater than 3,000 ft (915 m).
  - d) *Contingency Plan.* Operations subject to subpara. (d) above shall have a written contingency plan prepared and given to state and local emergency response authorities. Plans shall include maps, location of block valves, valve keys, and keys for locks.

**B860 Corrosion control of sour gas pipelines****B861 General****B861.1 Scope**

This section contains the minimum additive or substitutive requirements for corrosion control of external and internal corrosion of



ketentuan khusus tidak diatur seterusnya, ketentuan para 860 dari bab VI harus diikuti.

### **B861.2 Pertimbangan khusus**

Karena korosivitas  $H_2S$  dan seringkali adanya  $CO_2$  dan air asin yang mana juga korosif, penekanan khusus harus diberikan terutama untuk mengurangi korosi internal dan monitoring. Juga karena korosif dan sifat alamiah yang berbahaya dari  $H_2S$  (gas asam), pertimbangan khusus harus diberikan dalam hal penentuan korosi yang dibolehkan.

### **B862 Pengendalian korosi eksternal**

#### **B862.1 Instalasi baru**

#### **B862.11 Fasilitas baja yang dipendam**

##### **B862.113 Persyaratan proteksi katodik**

Kecuali dapat didemonstrasikan oleh pengujian atau pengalaman bahwa proteksi katodik tidak diperlukan, seluruh fasilitas yang dipendam atau direndam dengan pelapis insulasi, kecuali fasilitas yang dipasang untuk umur service yang terbatas, harus diproteksi secara katodik segera setelah instalasi, kecuali hanya penggantian kecil atau kelanjutan harus diproteksi seperti yang dicakup oleh para 862.212. Fasilitas yang dipasang untuk umur service yang terbatas tidak perlu dilindungi oleh proteksi katodik jika dapat dibuktikan bahwa fasilitas tersebut tidak akan mengalami korosi yang dapat membahayakan umum atau lingkungan. Sistem proteksi katodik harus dirancang untuk melindungi keseluruhan sistem yang dipendam atau direndam. Sebuah fasilitas dianggap dilindungi oleh proteksi katodik bila memenuhi satu atau lebih dari kriteria yang diisyaratkan pada Lampiran K. Penggunaan proteksi katodik dianjurkan untuk melindungi fasilitas gas asam yang dipendam.

sour gas piping and components. Where specific provisions are not set forth herein, the provisions of para. 860 of Chapter VI shall apply.

### **B861.2 Special considerations**

Due to the corrosivity of hydrogen sulfide and the frequent presence of carbon dioxide and salt water, which also are corrosive, special emphasis shall be given to internal corrosion mitigation and monitoring. Also, due to the corrosive and hazardous nature of the sour gas, special consideration shall be given to the selection of the corrosion allowance.

### **B862 External corrosion control**

#### **B862.1 New installations**

#### **B862.11 Buried steel facilities**

##### **B862.113 Cathodic protection requirements**

Unless it can be demonstrated by tests or experience that cathodic protection is not needed, all buried or submerged facilities with insulating type coatings, except facilities installed for a limited service life, shall be cathodically protected as soon as feasible following installation, except that minor replacements or extensions shall be protected as covered by para. 862.212. Facilities installed for a limited service life need not be cathodically protected if it can be demonstrated that the facility will not experience corrosion that will cause it to be harmful to the public or environment. Cathodic protection systems shall be designed to protect the buried or submerged system in its entirety. A facility is considered to be cathodically protected when it meets one or more of the criteria established in Appendix K. Use of cathodic protection is encouraged to protect buried sour gas facilities.



**B863 Pengendalian korosi internal****B863.1 Umum**

Fasilitas gas asam harus dianggap terkena korosi internal kecuali dibuktikan dengan pengalaman bahwa terjadi sebaliknya. Pengendalian titik embun air seringkali digunakan sebagai metoda pengendali korosi. Kondisi-kondisi *upset* atau perubahan operasional dapat menyebabkan metoda pengendalian ini tidak efektif. Penggunaan *inhibitor* juga umum dilakukan.

**B863.2 Instalasi baru**

Instalasi baru selayaknya dirancang dengan:

- a) *fitting* yang dikhususkan dan sesuai untuk injeksi inhibitor korosi.
- b) *fitting dan kerangan yang dikhususkan dan sesuai* untuk memasanag dan mencabut alat pengukur korosi seperti kupon dan *probes*.

**B866 Korosi tegangan dan fenomena yang lain****B866.1**

Penyalur gas asam, khususnya jika dikombinasikan dengan CO<sub>2</sub> dan air asin yang dihasilkan dapat menderita beberapa fenomena korosi yang saling berkaitan:

- a) *Persoalan yang berkaitan dengan Hidrogen*. Reaksi korosi dengan adanya ion sulfida memacu timbul nya atom hidrogen yang bebas yang masu ke dalam baja. Hidrogen meyebabkan banyak persoalan yang dapat timbul dengan nama yang berbeda.
  - 1) Retak Tegang Karena Sulfide (SSC) terjadi jika logam paduan terlalu keras dan atau mempunyai tegangan yang tinggi dengan adanya korosi gas asam. NACE MR0175 menguraikan seluruh kombinasi material yang memenuhi untuk tahan terhadap retak jenis ini.
  - 2) Retak karena Hidrogen (HIC) terjadi ketika Hidrogen masuk ke dalam baja untuk delaminasi. Retak geser ganda kemudian terbentuk menyambung dengan delaminasi menjadikan sistem retak bertahap. Penggunaan material yang tahan terhadap HIC selayaknya dipertimbangkan untuk sistem gas asam.

**B863 Internal corrosion control****B863.1 General**

Sour gas facilities shall be assumed to be internally corrosive unless proven by experience to be otherwise. Water dewpoint control frequently is used as a corrosion control method. Upset conditions or operational changes may make this control method ineffective. The use of inhibitors is also common.

**B863.2 New installations**

New installations should be designed with:

- a) suitable dedicated fittings for corrosion inhibitor injection
- b) suitable dedicated fittings and valves to insert and retrieve corrosion measuring devices such as probes and coupons

**B866 Stress corrosion and other phenomena****B866.1**

Sour gas lines, particularly when combined with carbon dioxide and produced salt water can suffer from several corrosion related phenomena:

- a) *Hydrogen Related Problems*. The corrosion reaction in the presence of the sulfide ion permits a high amount of liberated hydrogen atoms to enter the steel. The hydrogen causes many problems that have been given different names:
  - 1) Sulfide stress cracking (SSC) occurs when the alloys are too hard and/or too highly stressed in the presence of corrosion with sour gas. NACE MR0175 outlines all of the acceptable materials combinations to resist this type of cracking.
  - 2) Hydrogen induced cracking (HIC) occurs when hydrogen causes inclusions in the steel to delaminate. Multiple shear cracks then develop to link the delaminations creating a stair step crack system. Use of HIC resistant materials should be considered for sour gas service.



- 3) Tegangan yang berorientasi karena hidrogen (SOHIC) adalah variasi lain dari HIC. SOHIC adalah HIC yang diperkuat oleh tegangan tarik yang tinggi.
- 4) Pelepuhan karena Hidrogen karena atom-atom hidrogen berdifusi ke dalam baja menuju daerah delaminasi dan kemudian atom tersebut bergabung membentuk molekul gas hidrogen. Tekanan yang dihasilkan menyebabkan pelepuhan yg luas pada salah satu di dalam atau diluar permukaan baja.
- (b) Korosi retak tegangan karena chlorida disebabkan chlorida yang terkandung dalam air yang diproduksi. Baja stainless austenit cenderung terkena retak jenis ini. Ion Sulfida mempunyai efek sinergik jika digabung dengan ion chlorida. Hasil akhirnya berupa kejadian retak pada suhu rendah dan pada konsentrasi chlorida yang lebih rendah dari ekspektasi normal. Kecuali untuk bagian/alat-alat kecil yang mempunyai tegangan rendah seperti termowell, penggunaan paduan yang tidak tahan terhadap retak tegangan karena chlorida diatas 140 Fdikurangi pada sistem gas asam basah.
- (c) Korosi karena mikrobiologi (MIC). Aktivitas mikrobiologi dapat menyebabkan korosi lubang yang parah dan retak yang berhubungan dengan hidrogen pada penyalur gas asam. Gunakan biocide yang sesuai dan monitoring perlu dilakukan.
- 3) Stress oriented hydrogen induced cracking (SOHIC) is another variant of HIC. SOHIC is HIC enhanced by high-tensile stress.
- 4) Hydrogen blistering consists of hydrogen atoms diffusing inside the steel to delaminated areas and recombining to form molecules of hydrogen gas. The resulting pressure can create large blisters on either the inside or outside surfaces of the steel.
- b) Chloride stress corrosion cracking is caused by chlorides in the produced water. Austenitic stainless steels are particularly prone to this type of cracking. The sulfide ion has a synergistic effect with the chloride ion. The net result is the occurrence of cracking at lower temperatures and at lower chloride concentrations than normally expected. Except for small low stressed parts such as thermowells, use of alloys not resistant to chloride stress cracking above 140°F is discouraged in wet sour gas systems.
- c) *Microbiologic induced corrosion (MIC).* Microbiologic activity can create severe pitting-type corrosion and hydrogen-related cracking in sour gas lines. Use of appropriate biocides and monitoring may be needed.



**Lampiran A****Acuan**

Spesifikasi ini dapat segera diaplikasikan untuk material yang dibeli yang digunakan menurut kode ini dan harus diaplikasikan pada seluruh material yang dibeli 12 bulan atau lebih setelah tanggal terbit dari referensi edisi terakhir, termasuk addenda, jika sesuai. Komponen atau pipa yang sesuai dengan spesifikasi material yang disetujui pada edisi sebelumnya yang dibeli oleh pengguna sebelum tanggal terbit dari edisi baru atau addenda dapat digunakan, dengan adanya komponen dan pipa yang diinspeksi dan ditentukan secara memuaskan untuk service yang dilakukan oleh pengguna.

Standar yang tergabung dalam Standar ini sebagai acuan, dan nama serta alamat organisasi yang mensponsori diperlihatkan dalam apendiks ini. Dianggap tidak praktis untuk mengacu ke edisi tertentu diseluruh teks Standar; walaupun, edisi terakhir termasuk addenda, jika berlaku, harus digunakan kecuali dikatakan lain. Asterisk (\*) digunakan untuk menunjukkan standar-standar yang diterima sebagai *American National Standards* oleh *American National Standards Institute (ANSI)*

**A1 AGA STANDARDS**

\*AGA Z223.1, National Fuel Gas Code

ANSI/GPTC Z380.1, GPTC Guide for Gas Transmission and Distribution Piping Systems Gas Piping Technology Committee's Guide Material Appendix G-15, Design of Uncased Pipeline Crossings of Highways and Railroads

Publisher: American Gas Association (AGA), 400 North Capitol Street, NW, Washington, DC 20001

**A2 API STANDARDS**

API Manual of Petroleum Measurement Standards, Chapter 21, Section 1 – Electronic Gas Measurement

API 5L, Line Pipe

API 6A, Wellhead Equipment

API 6D, Pipeline Valves

API 1104, Standard for Welding Pipelines and Related Facilities

API RP 2A, Recommended Practice For Planning, Designing And Constructing Fixed Offshore Platforms

API RP 5L1, Recommended Practice for Railroad Transportation of Line Pipe

API RP 5L5, Recommended Practice for Marine Transportation of Line Pipe

**Appendix A****References**

These references may be immediately applied to materials purchased for use under this Code and shall be applied to all materials purchased 12 months or later after the date of issuance of the reference's latest edition, including addenda, if applicable. A component or pipe conforming to an earlier approved material specification edition purchased by the user before the date of issuance of a new edition or addenda may be used, provided the component or pipe is inspected and determined to be satisfactory for the service intended by the user.

Standards are incorporated in this Code by reference, and the names and addresses of the sponsoring organizations, are shown in this Appendix. It is not practical to refer to a specific edition of each standard throughout the Code text; instead, the latest edition including addenda, if applicable, shall be used unless otherwise noted. An asterisk (\*) is used to indicate those standards that have been accepted as American National Standards by the American National Standards Institute (ANSI).



API RP 5L6, Recommended Practice for Transportation of Line Pipe on Inland Waterways  
 API RP 5L W , Transportation of Line Pipe on Barges and Marine Vessels  
 API RP 1102, Steel Pipeline Crossing Railroads and Highways  
 API RP 17B, Recommended Practice for Flexible Pipe  
 Publisher: American Petroleum Institute (API), 1220 L Street, NW , Washington, DC 20005

### A3 ASME STANDARDS

\*ASME B1.1, Unified Inch Screw Threads (UN and UNR Thread Form)  
 \*ASME B1.20.1, Pipe Threads (Except Dryseal)  
 \*ASME B16.1, Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings  
 \*ASME B16.5, Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24 Metric Inch Standards  
 \*ASME B16.9, Factory-Made Wrought Steel Buttwelding Fittings  
 \*ASME B16.11, Forged Steel Fittings, Socket-Welding and Threaded  
 \*ASME B16.20, Ring-Joint Gaskets and Grooves for Steel Pipe Flanges  
 \*ASME B16.24, Cast Copper Alloy Pipe Flanges and Flanged Fittings : Class 150, 300, 400, 600, 900, 1500, and 2500  
 \*ASME B16.33, Manually Operated Metallic Gas Valves in Gas Piping Systems up to 125 psi (sizes NPS 1/2 through NPS 2)  
 \*ASME B16.34, Valves – Flanged Threaded, and Welding End  
 \*ASME B 16.38, Large Manually Operated Metallic Gas Valves for Gas Distribution Systems (manually operated, NPS 2 1/2 to 12, 125 psig maximum)  
 \*ASME B16.40, Manually operated Thermoplastic gas shut-offs and valves in gas distribution systems  
 \*ASME B 16.42, Ductile Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings Classes 150 and 300  
 \*ASME B18.2.1, Square and hex bolts and screws (Inch Series)  
 \*ASME B18.2.2, Square and Hex Nuts (Inch Series)  
 ASME B31G, Manual for Determining the Remaining Strength of Corroded Pipelines  
 \*ASME B31.1, Power Piping  
 \*ASME B31.2, Fuel Gas Piping  
 \*ASME B31.3, Process Piping  
 \*ASME B31.4, Pipeline Transportation System for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids  
 \*ASME B31.8S, Managing System Integrity of Gas Pipelines  
 ASME B36.10M, Welded and Seamless Wrought Steel Pipe  
 \*ASME BPV Code, Section VIII, Pressure Vessels, and Section IX, Welding Qualifications  
 ASME SI-1, ASME Orientation and Guide for Use of SI (Metric) Units  
 Publisher: The American Society of Mechanical Engineers (ASME), Three Park Avenue, New York, NY 10016; Order Department: 22 Law Drive, Box 2300, Fairfield, NJ 07007

### A4 ASTM STANDARDS

ASTM A 53, Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated Welded and Seamless  
 ASTM A 105/A 105M, Forgings, Carbon Steel, for Piping Components  
 ASTM A 106, Seamless Carbon Steel Pipe for High Temperature Service  
 ASTM A 120, Pipe, steel, black and hot-dipped zinc-coated (galvanized) welded and seamless for ordinary use  
 ASTM A 134, Electric-Fusion (Arc)-Welded Steel Plate Pipe (Sizes 16 in. and Over)  
 ASTM A 135, Electric-Resistance-Welded Steel Pipe  
 ASTM A 139, Electric-Fusion (Arc)-Welded Steel Plate Pipe (Sizes 4 in. and Over)  
 ASTM A 193/A 193M, Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting Materials for High-Temperature Service



ASTM A 194/A 194M, Carbon and alloy steel nuts for bolts for high-pressure and high temperature service

ASTM A 211, Spiral-Welded Steel or Iron Pipe

ASTM A 307, Carbon Steel Externally Threaded standard Fasteners

ASTM A 320/A 320M, Alloy Steel Bolting Materials for Low- Temperature Service

ASTM A 333/A 333M, Seamless and Welded Steel Pipe for Low-Temperature Service

ASTM A 354, Quenched and tempered alloy steel bolts, studs, and other externally threaded fasteners

ASTM A 372/A 372M, Carbon and Alloy Steel Forgings for Thin-Walled Pressure Vessels

ASTM A 381, Metal-Arc-welded steel pipe for use with high-pressure transmission systems

ASTM A 395, Ferritic ductile iron pressure-retaining castings for use at elevated temperatures

ASTM A 449, Quenched and Tempered Steel Bolts and Studs

ASTM A 671, Electric-Fusion-Welded Steel Pipe for Atmospheric and Lower Temperatures

ASTM A 672, Electric-fusion-welded steel pipe for high-pressure service at moderate temperatures

ASTM B 88, Seamless Copper Water Tube

ASTM D 696, Test for Coefficient of Linear Thermal Expansion of Plastics

ASTM D 2513, Thermoplastic Gas Pressure Pipe, Tubing, and Fittings

ASTM D 2517, Reinforced Epoxy Resin Gas Pressure Pipe and Fittings

ASTM D 2837, Hydrostatic Design Basis for Thermo- plastic Pipe Materials, Obtaining

ASTM E 380, Metric Practice

Publisher: American Society for Testing and Materials (ASTM), 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959

## A5 SWS STANDARDS

\*AWS A3.0 Welding Terms and Definitions

AWS 03.6 UnderWater Welding, Type "O" Welds

Publisher: American Welding Society (AWS), 550 NW LeJeune Road, Miami, FL 33126

## A6 AWWA STANDARDS

\*AWWA A21.14, Ductile-Iron Fittings 3-Inch Through 24-Inch for Gas

\*AWWA A21.52, Ductile-iron pipe, centrifugally cast. in metal molds or sand-lined molds for gas

AWWA C101, Thickness Design of Cast Iron Pipe

\*AWWA C111/A21.11, Rubber Gasket Joints for Ductile-Iron and Gray-Iron Pressure Pipe and Fittings

\*AWWA C150/A21.50, Thickness Design of Ductile-Iron Pipe

Publisher: American Water Works Association (AWWA), 6666 West Quincy Avenue, Denver, CO 80235

## A7 EPRI STANDARDS

EPRI EL-3106 (Also published as AGA-L51418, Power Line-Induced AC Potential on Natural Gas Pipelines for Complex Rights-of-Way Configurations)

Publisher: Electric Power research institute (epri), 3412 Hillview Avenue, Palo Alto, CA 94304



**A8 GTI STANDARDS**

GRI Report No.91/0284, Guidelines for Pipelines Crossing Highways  
 Publisher: Gas Technology Institute, 1700 South Mount Prospect Road, Des Plaines, IL60018-1804

**A9 MSS STANDARDS**

MSS SP-6, Standard finishes for contact faces of pipe ranges and connecting end flanges of valves and fittings  
 MSS SP-25, Standard Marking System for Valves, Fittings, Flanges, and Unions  
 MSS SP-44, Steel Pipe Line Flanges  
 MSS SP- 70, Cast Iron Gate Valves, Flanged and Threaded Ends  
 MSS SP-71, Cast Iron Swing Check Valves, Flanged and Threaded Ends  
 MSS SP-75, Specification for High Test Wrought Welding Fittings  
 MSS SP-78, Cast Iron Plug Valves  
 Publisher: Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry (MSS), 127 Park Street, NE, Vienna, VA 22180-4602

**A10 NACE STANDARDS**

NACE MR0175, Sulfide stress cracking resistant-metallic materials for oilfield equipment  
 NACE RP0169, Control of external corrosion on underground or submerged metallic piping systems  
 NACE RP0275, Application of organic coatings to the external surface of steel pipe for underground service  
 NACE RP0675, Control of External Corrosion on Offshore Steel Pipelines  
 NACE RP0177, Mitigation of alternating current and lightning effects on metallic structures and corrosion control systems  
 NACE Corrosion Data Survey  
 Publisher: National Association of corrosion engineers (NACE International). P.O. Box 201009, Houston, TX 77217-1009

**A11 NFPA STANDARDS**

\*NFPA 10, Portable Fire Extinguishers  
 \*NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code  
 \*NFPA 58, Liquefied Petroleum Gases, Storage and Handling  
 \*NFPA 59, Liquefied Petroleum Gases at Utility Gas Plants  
 \*NFPA 70, National Electrical Code  
 \*NFPA 220, Types of Building Construction  
 Publisher: National Fire Protection Association (NFPA) 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269



**Lampiran B****Appendix B****Daftar Subjek Dan Nomor Dari Standar Dan Spesifikasi Yang Ada Di Lampiran A**

Informasi pada lampiran ini telah digabung pada Lampiran A

**Numbers And Subjects Of Standards And Specifications That Appear In Appendix A**

The information in this Appendix has been incorporated into Appendix A.





**Lampiran C**

(Informatif)

**Publikasi yang tidak ada dalam kode ini atau Lampiran A**

**Appendix C**

(Informative)

**A Publications that do not appear in the code an appendix A**

**C1 AGA STANDARD**

AGA Catalog XF0277, Classification of Gas Utility Areas for Electrical Installation  
 Publisher: American Gas Association (AGA), 400 North Capitol, NW, Washington, DC 20001

**C2 API STANDARDS**

API 5B, Specification for threading, gaging, and thread inspection of casing, tubing, and line pipe thread  
 API 5LU, Specification for ultra high test heat treated line pipe  
 API 5LE, Specification for polyethylene line pipe  
 API 5LP, Specification for thermoplastic line pipe  
 API 5LR, Specification for reinforced thermosetting resin line pipe  
 API RP 5L4, Recommended practice for care and use of reinforced thermosetting resin line pipe  
 API RP 500, Recommended Practices for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities  
 API RP 1107, Recommended pipeline maintenance welding practices  
 Publisher: American petroleum institute (API), 1220 I street, NW, Washington, DC 20005

**C3 ASME STANDARDS**

ASME B1.20.3, Dryseal pipe threads  
 ASME B16.3, Malleable iron threaded fittings  
 ASME b 16.4, cast iron threaded fittings  
 ASME B16.14, Ferrous pipe plugs, bushings, and lock- nuts with pipe threads  
 ASME B16.15, Cast bronze threaded fittings  
 ASME B16.18, Cast Copper Alloy Solder Joint Pressure Fittings  
 ASME B16.22, Wrought Copper and Copper Alloy Sol- der-Joint Pressure Fittings  
 ASME B16.25, Buttwelding Ends  
 ASME B36.10M, Welded and Seamless Wrought Steel Pipe  
 Publisher: The American society of mechanical engi- neers (asme), three park avenue, New York, NY 10016; Order Department: 22 Law Drive, Box 2300, Fairfield, NJ 07007 -2300

**C4 ASTM STANDARDS**

ASTM A 6, Rolled Steel Plates, Shapes, Sheet Piling, and Bars for Structural Use  
 ASTM A 20, Steel Plates for Pressure Vessels  
 ASTM A 29, Steel Bars, Carbon and Alloy, Hot-Rolled and Cold-Finished  
 ASTM A 36, Structural Steel  
 ASTM A 47, Malleable Iron Castings  
 ASTM A 48, Gray Iron Castings  
 ASTM A 125, Heat- Treated Steel Helical Springs  
 ASTM A 126, Gray Iron Castings for Valves, Flanges and Pipe Fittings  
 ASTM A 155, Electric-Fusion Welded Steel Pipe for High-Pressure Service  
 ASTM A 181, Forgings, Carbon Steel for General Purpose Piping  
 ASTM A 182, Forged or Rolled Alloy Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High- Temperature Service  
 ASTM A 197, Cupola Malleable Iron  
 ASTM A 216, Carbon-steel castings suitable for fusion welding for high- temperature service



ASTM A 217, Martensitic Stainless Steel and Alloy Steel Castings for Pressure-Containing Parts Suitable for High- Temperature Service  
 ASTM A 225, Pressure Vessel Plates, Alloy Steel, Manganese-Vanadium  
 ASTM A 234, Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Moderate and Elevated Temperatures  
 ASTM A 242, High-Strength Low Alloy Structural Steel  
 ASTM A 283, Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates, Shapes, and Bars  
 ASTM A 285, Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, Low- and Intermediate- Tensile Strength  
 ASTM A 350, Forgings, carbon and low alloy steel requiring notch toughness testing for piping components  
 ASTM A 377, Cast Iron and Ductile Iron Pressure Pipe  
 ASTM A 420, Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Low- Temperature Service  
 ASTM A 441, High-Strength Low-Alloy Structural Manganese Vanadium Steel  
 ASTM A 442, Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, Improved Transition Properties  
 ASTM A 487, Steel Castings Suitable for Pressure Service  
 ASTM A 502, Steel Structural Rivets  
 ASTM A 515, Pressure Vessel Plates, Carbon Steel for Intermediate and Higher Temperature Service  
 ASTM A 516, Pressure vessel plates, carbon steel, for moderate- and lower- temperature service  
 ASTM A 539, Electric-Resistance-Welded Coiled Steel Tubing for Gas and Fuel Oil Lines  
 ASTM A 575, Merchant Quality Hot Rolled Carbon Steel Bars  
 ASTM A 576, Steel Bars, Carbon, Hot Rolled, Special Quality  
 ASTM A 691, Carbon and alloy steel pipe, electric- fusion- welded for high-pressure service at high temperatures  
 ASTM A 694, Forgings, Carbon and Alloy Steel for Pipe Flanges, Fittings, Valves and Parts for High-Pressure Transmission Service  
 ASTM B 21, Naval Brass Rod, Bar, and Shapes  
 ASTM B 42, Seamless Copper Pipe, Standard Sizes  
 ASTM B 43, Seamless Red Brass Pipe  
 ASTM B 61, Steam or Valve Bronze Castings  
 ASTM B 62, Composition Bronze or Ounce Metal Castings  
 ASTM B 68, Seamless Copper Tube, Bright Annealed  
 ASTM B 75, Seamless Copper Tube  
 ASTM B 249, Wrought Copper and Copper-Alloy Rod, Bar, and Shapes  
 ASTM B 251, General requirements for wrought seamless copper and copper-alloy tube (metric)  
 ASTM B 584, Copper Alloy Sand Castings for General Applications  
 Publisher: American Society for Testing and Materials (ASTM), 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428 - 2959

### **C5 AWWA STANDARD**

AWWA C207-55, Steel Pipe Flanges  
 Publisher: American water works association (awwa), 6666 west quincy avenue, denver, co 80235

### **C6 MSS STANDARDS**

MSS SP-55, Quality Standard for Steel Castings -Visual Method  
 MSS SP-61, Pressure Testing of Steel Valves  
 Publisher; Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry (MSS), 127 Park Street, NE, Vienna, CA 22180-4602

### **C7 NACE STANDARD**



NACE MR0175, Sulfide Stress Cracking Resistant Metallic Material for Oil Field Equipment  
Publisher: National Association of Corrosion Engineers (NACE International), P.O. Box  
201009, Houston, TX 77217-1009

**C8 NFPA STANDARD**

NFPA 59A, Liquefied Natural Gas, Production, Storage, and Handling of  
Publisher: National fire protection association (NFPA), 1 Batterymarch park, Quincy, MA  
02269-9101





## Lampiran D

Kekuatan minimum yang dispesifikasi  
untuk pipa baja yang biasa digunakan  
dalam sistem perpipaan

Tabel D1

Kekuatan minimum yang dispesifikasi  
untuk pipa baja yang biasa digunakan  
dalam sistem perpipaan

## Appendix D

Specified minimum yield strength for  
steel pipe commonly used in piping  
systems

Table D1

Specified minimum yield strength for  
steel pipe commonly used in piping  
systems

Spec. No	Type grade	[Note (1)]	SMYS, psi
API 5L [Note (2)]	A25	BW, ERW, S	25,000
API 5L [Note (2)]	A	ERW, S, DSA	30,000
API 5L [Note (2)]	B	ERW, S, DSA	35,000
API 5L [Note (2)]	X42	ERW, S, DSA	42,000
API 5L [Note (2)]	X46	ERW, S, DSA	46,000
API 5L [Note (2)]	X52	ERW, S, DSA	52,000
API 5L [Note (2)]	X56	ERW, S, DSA	56,000
API 5L [Note (2)]	X60	ERW, S, DSA	60,000
API 5L [Note (2)]	X65	ERW, S, DSA	65,000
API 5L [Note (2)]	X70	ERW, S, DSA	70,000
API 5L [Note (2)]	X80	ERW, S, DSA	80,000
ASTM A 53	Type F	BW	25,000
ASTM A 53	A	ERW, S	30,000
ASTM A 53	B	ERW, S	35,000
ASTM A 106	A	S	30,000
ASTM A 106	B	S	35,000
ASTM A 106	C	S	40,000
ASTM A 134	....	EFW	[Note (3)]
ASTM A 135	A	ERW	30,000
ASTM A 135	B	ERW	35,000
ASTM A 139	A	EFW	30,000
ASTM A 139	B	EFW	35,000
ASTM A 139	c	EFW	42,000
ASTM A 139	D	EFW	46,000
ASTM A 139	E	EFW	52,000
ASTM A 333	1	S, ERW	30,000
ASTM A 333	3	S, ERW	35,000
ASTM A 333	4	S	35,000
ASTM A 333	6	S, ERW	35,000
ASTM A 333	7	S, ERW	35,000
ASTM A 333	8	S, ERW	75,000
ASTM A 333	9	S, ERW	46,000
ASTM A 381	Class Y-35	DSA	35,000
ASTM A 381	Class Y-42	DSA	42,000
ASTM A 381	Class Y-46	DSA	46,000
ASTM A 381	Class Y-48	DSA	48,000
ASTM A 381	Class Y-50	DSA	50,000
ASTM A 381	Class Y-52	DSA	52,000



ASTM A 381	Class Y-56 .....	DSA	56,000
ASTM A 381	Class Y-60 .....	DSA	60,000
ASTM A 381	Class Y-65 .....	DSA	65,000

## CATATAN UMUM

Tabel ini tidak lengkap. Untuk kuat luluh minimum spesifikasi *grade* lain dan *grade* dalam spesifikasi lain yang disetujui, dapat mengacu ke spesifikasi tersebut.

## CATATAN

- 1) Singkatan: BW - las but tungku; ERW - las-resistansi-listrik; S - *seamless*; FW - las kilas; EFW - las fusi elektrik DSA - las busur-benam-ganda.
- 2) *Grade* menengah tersedia pada API SL.
- 3) Lihat spesifikasi pelat yang berlaku untuk KLMS (Kuat Luluh Minimum Spesifikasi).

Nilai Kuat Hidrostatik Jangka Panjang untuk Pipa Termoplastik yang Dicakup ASTM D 2513. Nilai ini berlaku hanya untuk material dan pipa yang memenuhi semua persyaratan material dasar dan ASTM D 2513. Nilai ini didasarkan pada data tes perekayasa yang didapat berdasarkan ASTM D 1599 dan dianalisis sesuai dengan ASTM D 2837. Daftar mengenai *compound* komersil yang memenuhi persyaratan ini dipublikasikan tiap tahunnya oleh *Plastic Pipe Institute*.

Plastic pipe material  
designation (D 2513)

PB 2110  
PE 3406  
PE 3306  
PE 2306  
PE 3408

PVC 1120  
PVC 1220  
PVC 2110  
PVC 2116

Long-term hydrostatic strength  
at 73°F, psi

2000  
1250  
1250  
1250  
1600

4000  
4000  
2000  
3150

Kuat Hidrostatik Jangka Panjang untuk Pipa Diperkuat Dengan *Thermosetting* yang Dicakup ASTM D2517 adalah 11.000 psi. Nilai ini hanya berlaku untuk material dan pipa yang memenuhi semua persyaratan material dasar dan ASTM D 2517. Nilai ini didasarkan pada data tes perekayasa yang didapat berdasarkan ASTM D 1599 dan dianalisis sesuai dengan ASTM D 2837.

## GENERAL NOTE

This Table is not complete. For the minimum specified yield strength of other grades and grades in other approved specifications, refer to the particular specification.

## NOTES

- 1) Abbreviations: BW = furnace butt-welded; DSA = double submerged-arc welded; EFW = electric fusion welded; ERW = electric resistance welded; FW flash welded; S = seamless
- 2) Intermediate grades are available in API 5L.
- 3) See applicable plate specification for SMYS.

*Long-Term Hydrostatic Strength Values for Thermoplastic Pipes Covered by ASTM D 2513.* The values apply only to materials and pipes meeting all the requirements of the basic materials and ASTM D 2513. They are based on engineering test data obtained in accordance with ASTM D 1599 and analyzed in accordance with ASTM D 2837. A list of commercial compounds meeting these requirements is published yearly by the Plastic Pipe Institute.

*Long-Term Hydrostatic Strength for Reinforced Thermosetting Pipes Covered by ASTM D 2517 is 11,000 psi.* The values apply only to materials and pipes meeting all the requirements of the basic materials and ASTM D 2517. They are based on engineering test data obtained in accordance with ASTM D 1599 and analyzed in accordance with ASTM D 2837.



## Lampiran E

## Appendix E

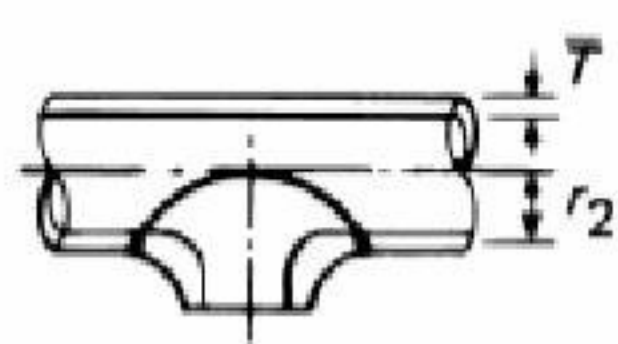
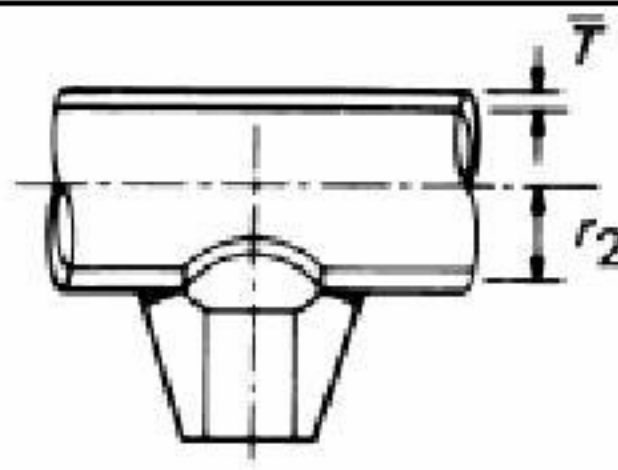
Fleksibilitas Dan Faktor Tegangan  
IntensifikasiFlexibility And Stress Intensification  
Factors

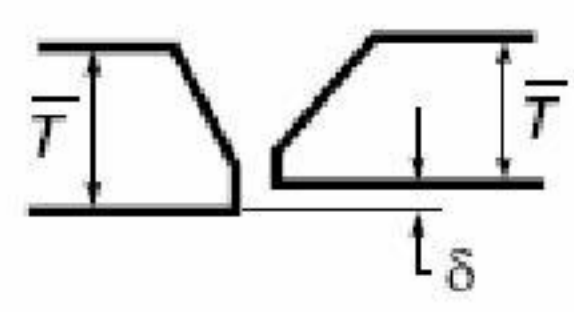
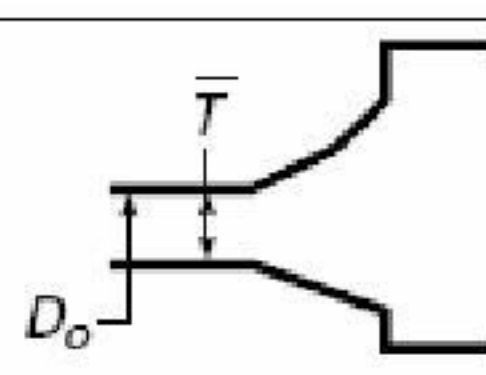
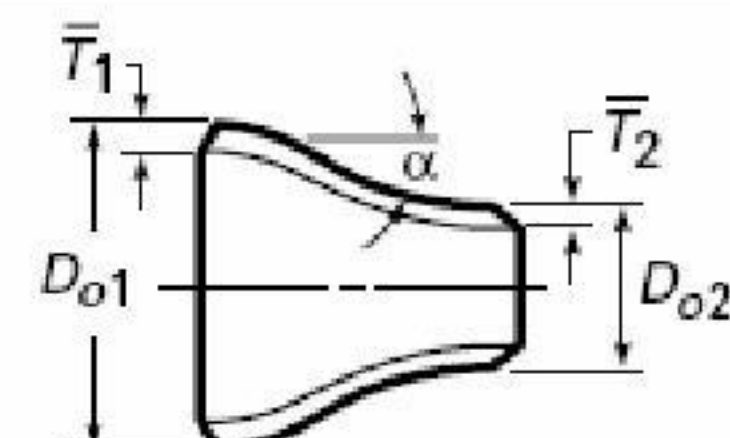
**Table E1**  
**Flexibility Factor,  $k$ , and Stress Intensification Factor,  $i$**

Description	Flexibility Factor, $k$	Stress Intensification Factor, $i$ [Notes (1) and (2)]		Flexibility Characteristic, $h$	Sketch
		Outplane, $i_o$	Inplane, $i_i$		
Welding elbow or pipe bend [Notes (1)–(5)]	$\frac{1.65}{h}$	$\frac{0.75}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{\bar{T} R_1}{r_2^2}$	
Closely spaced miter bend [Notes (1), (2), (3), and (5)] $s < r_2 (1 + \tan \theta)$	$\frac{1.52}{h^{5/6}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{\cot \theta \bar{T} s}{2 r_2^2}$	
Single miter bend or widely spaced miter bend $s \geq r_2 (1 + \tan \theta)$ [Notes (1), (2), and (5)]	$\frac{1.52}{h^{5/6}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{1 + \cot \theta \bar{T}}{2 r_2}$	
Welding tee per ANSI B16.9 with $r_o \geq d/8$ $T_c \geq 1.5 \bar{T}$ [Notes (1), (2), and (6)]	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4} i_o + \frac{1}{4}$	$4.4 \frac{\bar{T}}{r_2}$	
Reinforced fabricated tee with pad or sad- dle [Notes (1), (2), (7), (8), and (9)]	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4} i_o + \frac{1}{4}$	$\frac{(\bar{T} + \frac{1}{2} t_e)^{5/2}}{\bar{T}^{3/2} r_2}$	
Unreinforced fabricated tee [Notes (1), (2), and (9)]	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4} i_o + \frac{1}{4}$	$\frac{\bar{T}}{r_2}$	
Extruded outlet $r_o \geq 0.05d$ $T_c < 1.5 \bar{T}$ [Notes (1), (2), and (6)]	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4} i_o + \frac{1}{4}$	$\left(1 + \frac{r_o}{r_2}\right) \frac{\bar{T}}{r_2}$	



**Table E1**  
**Flexibility Factor,  $k$ , and Stress Intensification Factor,  $i$  (Cont'd)**

Description	Flexibility Factor, $k$	Stress Intensification Factor, $i$ [Notes (1) and (2)]		Flexibility Characteristic, $h$	Sketch
		Outplane, $i_o$	Inplane, $i_i$		
Welded-in contour insert $r_o \geq d/8$ $T_c \geq 1.5 \bar{T}$ [Notes (1), (2), and (10)]	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{3}{4} i_o + \frac{1}{4}$	$4.4 \frac{\bar{T}}{r_2}$	
Branch welded-on fitting (integrally reinforced) [Notes (1), (2), (9), and (11)]	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$3.3 \frac{\bar{T}}{r_2}$	

Description	Flexibility Factor, $k$	Stress Intensification Factor, $i$	Sketch
Buttweld [Notes (1) and (12)]  $\bar{T} \geq 0.237 \text{ in.},$ $\delta_{\max.} \leq \frac{1}{16} \text{ in.},$ and $\delta_{\text{avg}}/\bar{T} \leq 0.13$	1	1.0	
Buttweld [Notes (1) and (12)]  $\bar{T} \geq 0.237 \text{ in.},$ $\delta_{\max.} \leq \frac{1}{8} \text{ in.},$ and $\delta_{\text{avg}}/\bar{T} = \text{any value}$	1	1.9 max. or [0.9 + 2.7( $\delta_{\text{avg}}/\bar{T}$ )], but not less than 1.0	
Buttweld [Notes (1) and (12)]  $\bar{T} \leq 0.237 \text{ in.},$ $\delta_{\max.} \leq \frac{1}{16} \text{ in.},$ and $\delta_{\text{avg}}/\bar{T} \leq 0.33$	1	1.9 max. or $1.3 + 0.0036 \frac{D_o}{\bar{T}} + 3.6 \frac{\delta}{\bar{T}}$	
Tapered transition per ANSI B16.25 [Note (1)]	1	2.0 max. or $0.5 + 0.01\alpha \left( \frac{D_{o2}}{\bar{T}_2} \right)^{2/3}$	
Concentric reducer per ANSI B16.9 [Notes (1) and (13)]			



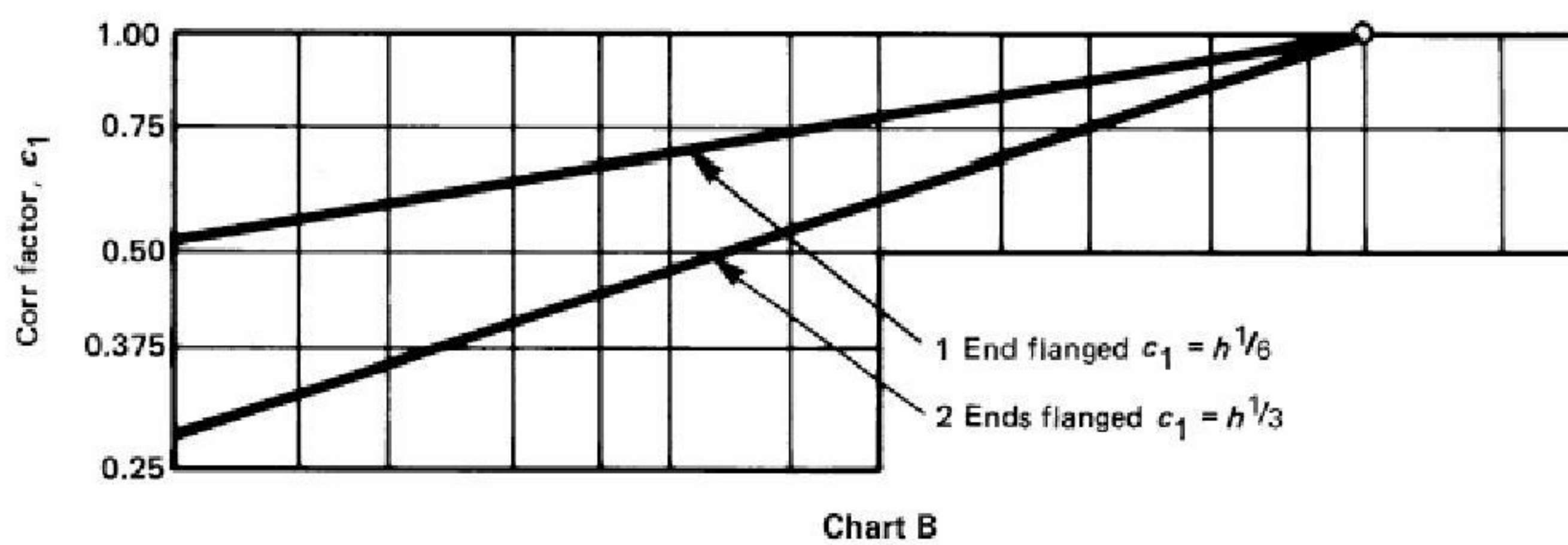
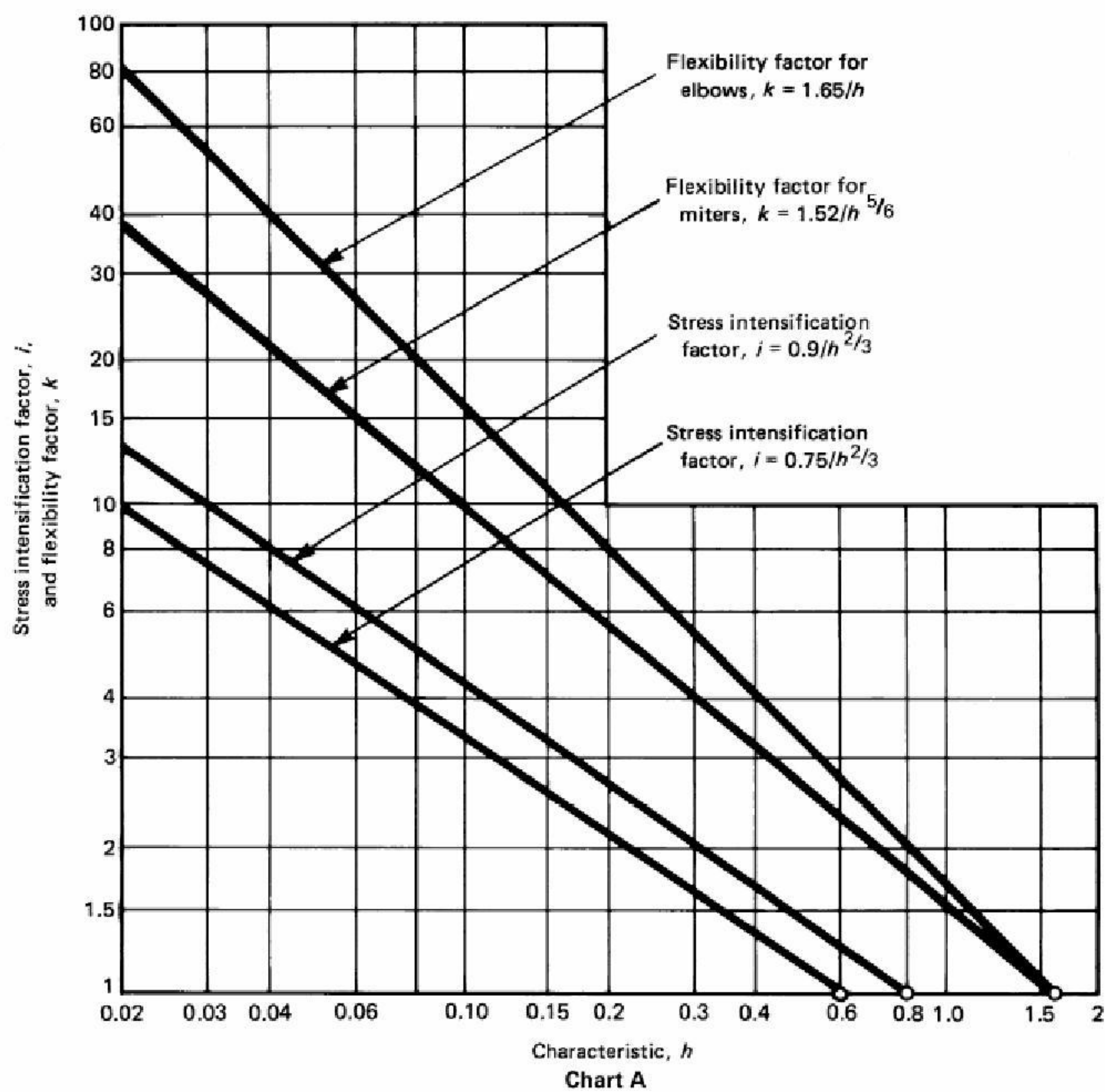
**Table E1**  
**Flexibility Factor,  $k$ , and Stress Intensification Factor,  $i$  (Cont'd)**

Description	Flexibility Factor, $k$	Stress Intensification Factor, $i$
Double-welded slip-on flange [Note (14)]	1	1.2
Socket welding flange or fitting [Notes (14) and (15)]	1	2.1 max or $2.1 \sqrt{T/C_x}$ but not less than 1.3
Lap joint flange (with ANSI B16.9 lap joint stub) [Note (14)]	1	1.6
Threaded pipe joint or threaded flange [Note (14)]	1	2.3
Corrugated straight pipe, or corrugated or creased bend [Note (16)]	5	2.5





Table E1  
Flexibility Factor,  $k$ , and Stress Intensification Factor,  $i$  (Cont'd)





**Catatan untuk Tabel E1****CATATAN**

(1) Nomenklatur sebagai berikut:

$R_1$  = Radius tekukan atau elbow sambung-las atau tekukan pipa  
 $T$  = tebal nominal dinding komponen perpipa-an, in.(mm).  
 = untuk elbow dan miter bend, tebal nominal dinding fitting, in. (mm).

= untuk tee yang difabrikasi, tebal nominal pipa utama (ditetapkan jika tebal lebih dari pipanya, maka kelebihan tebal harus dijaga sedikitnya, in. (mm)

$T_c$  = tebal sela tees, in. (mm)

$d$  = diameter luar cabang, in. (mm)

$r_o$  = radius kurva dari kontur bagian luar dari outlet, diukur dalam bidang yang di dalam bidang yang terdapat sumbu pipa utama dan cabang, in. (mm)

$r_2$  = radius rata-rata dari pipa utama, in. (mm)

$s$  = jarak miter pada garis tengah, in. (mm)

$t_\theta$  = tebal *pad* atau *saddle*, in. (mm)

$\theta$  = setengah sudut antara sumbu miter, deg

(2) Faktor Fleksibilitas  $k$  digunakan untuk pelengkungan pada bidang apa saja. Faktor fleksibilitas  $k$  dan faktor intensifikasi tegangan  $i$  tidak boleh kurang dari satu ; faktor untuk torsi sama dengan satu. Kedua faktor ini berlaku pada seluruh panjang busur efektif (diperlihatkan oleh garis tebal dalam sketsa) curved bend dan miter bends serta titik perpotongan untuk Tee.

Nilai  $k$  dan  $i$  dapat dibaca langsung dari grafik A di atas, dengan memasukkan karakteristik  $h$  yang dihitung dari rumus, yang diberikan di atas

(3) Bila flensa dipautkan pada salah satu atau kedua ujungnya, nilai  $k$  dan  $i$  pada Tabel harus dikoreksi dengan faktor  $C_u$ , yang dapat dibaca langsung dari grafik B, dengan memasukkan nilai  $h$  yang dihitung.

(4) Perancang diingatkan bahwa fitting coran yang dilas butt mungkin mempunyai dinding yang jauh lebih tebal dari tebal dinding pipa pasangannya. Kesalahan besar mungkin akan timbul kecuali jika efek ketebalan yang lebih besar ini dipertimbangkan.

**Notes to Table E1****NOTES**

(1) The nomenclature is as follows:

$R_1$  = bend radius of welding elbow or pipe bend

$T$  = nominal wall thickness of piping component, in. (mm)  
 = for elbows and miter bends, the nominal wall thickness of the fitting, in. (mm).

= for fabricated tees, the nominal wall thickness of the run or header (provided that if thickness is greater than that of matching pipe, increased thickness must be maintained for at least one run outside diameter to each side of the branch outside diameter), in. (mm)

$T_c$  = the crotch thickness of tees, in. (mm)

$d$  = outside diameter of branch, in. (mm)

$r_o$  = radius of curvature of external contoured portion of outlet, measured in the plane containing the axes of the header and branch, in. (mm)

$r_2$  = mean radius of matching pipe, in. (mm)

$s$  = miter spacing at center line, in. (mm)

$t_\theta$  = pad or saddle thickness, in. (mm)

$\theta$  = one-half angle between adjacent miter axes, deg

(2) The flexibility factor,  $k$ , applies to bending in any plane. The flexibility factors,  $k$ , and stress intensification factors,  $i$ , shall not be less than unity; factors for torsion equal unity. Both factors apply over the effective arc length (shown by heavy center lines in the sketches) for curved and miter bends, and to the intersection point for tees.

The values of  $k$  and  $i$  can be read directly from Chart A above, by entering with the characteristic  $h$  computed from the formulas given

(3) Where flanges are attached to one or both ends, the values of  $k$  and  $i$  in the Table shall be corrected by the factors  $C_u$ , which can be read directly from Chart B, entering with the computed  $h$ .

(4) The designer is cautioned that cast butt welded fittings may have considerably heavier walls than that of the pipe with which they are used. Large errors may be introduced unless the effect of these greater thicknesses is considered.



- (5) Dalam elbow dan tekukan berdinding tipis dengan berdiameter besar, tekanan dapat secara berarti mempengaruhi besarnya  $k$  dan  $i$ . Untuk mengoreksi nilai dari Tabel.

$$\text{divide } k \text{ by: } \left[ 1 + 6 \left( \frac{P}{E_c} \right) \left( \frac{r_2}{T} \right)^{7/3} \left( \frac{R_1}{r_2} \right)^{1/3} \right]$$

$$\text{divide } i \text{ by: } \left[ 1 + 3.25 \left( \frac{P}{E_c} \right) \left( \frac{r_2}{T} \right)^{5/2} \left( \frac{R_1}{r_2} \right)^{2/3} \right]$$

dimana

$P$  = tekanan internal

$E_c$  = modulus elastisitas pada suhu ruang.

- (6) Jika jumlah siklus perpindahan kurang dari 200, maka batas radius dan ketebalan yang dispesifikasi perlu dipenuhi. Jika batas radius dan ketebalan tidak memenuhi syarat dan jumlah desain siklus melebihi 200, maka faktor tegangan intensifikasi out-plane dan in-plan harus dihitung masing-masing sebagai,

$$1.12/h^{2/3} \text{ dan } (0.67/h^{2/3}) + 1/4,$$

- (7) Bila  $t_e > 1/2 T$ , gunakan  $h = 4 T/r_2$

- (8) Faktor tegangan intensifikasi yang minimum harus 1,2

- (9) Jika rasio diameter branch-to-run melebihi 0,5 dan jumlah desain siklus perpindahan melebihi 200, maka faktor tegangan intensifikasi out-plane dan in-plan harus dihitung masing-masing sebagai

$$1.8/h^{2/3} \text{ dan } (0.67/h^{2/3}) + 1/4,$$

jika tidak lasan transisi antara *branch* dan *run* disambung menjadi kontur konkaf yang halus, faktor tegangan intensifikasi pada tabel masih berlaku.

- (10) Jika jumlah siklus pertukaran kurang dari 200, maka limit radius dan ketebalan yang dispesifikasikan tidak perlu dipenuhi. Jika limit radius dan ketebalan tidak dipenuhi dan jumlah siklus rancangan pertukaran melebihi 200, maka faktor intensifikasi tegangan *out-plane* dan *in-plan* harus dihitung sebagai

$$1.8/h^{2/3} \text{ dan } (0.67/h^{2/3}) + 1/4,$$

- (11) Perancang harus diyakinkan bahwa fabrikasi ini mempunyai kelas tekanan setara dengan pipa lurus.

- (12) Faktor intensifikasi tegangan berlaku untuk lasan girth butt diantara dua bahan yang mana ketebalan dinding antara  $0,875 T$  dan  $1,10 T$  untuk jarak aksial  $\sqrt{D_o T}$  dan  $T$  adalah diameter luar nominal dan ketebalan dinding nominal,  $\delta_{avg}$  adalah offset atau mismatch rata-rata.

- (5) In large diameter thin-wall elbows and bends, pressure can significantly affect the magnitudes of  $k$  and  $i$ . To correct values from the Table.

where

$P$  = internal pressure

$E_c$  = room temperature modulus of elasticity

- (6) If the number of displacement cycles is less than 200, the radius and thickness limits specified need to be met. When the radius and thickness limits are not met and the number of design cycles exceeds 200, the out-plane and in-plane stress intensification factors shall be calculated as

$$1.12/h^{2/3} \text{ and } (0.67/h^{2/3}) + 1/4, \text{ respectively}$$

- (7) When  $t_e > 1/2 T$ , use  $h = 4 T/r_2$

- (8) The minimum value of the stress intensification factor shall be 1.2

- (9) When the branch-to-run diameter ratio exceeds 0.5 and the number of design displacement cycles exceeds 200, the out-plane and in-plane stress intensification factors shall be calculated as

$$1.8/h^{2/3} \text{ and } (0.67/h^{2/3}) + 1/4,$$

respectively, unless the transition weld between the branch and run is blended to a smooth concave contour. If the transition weld is blended to a smooth concave contour, the stress intensification factors in the Table still apply.

- (10) If the number of displacement cycles is less than 200, the radius and thickness limits specified need not be met. When the radius and thickness limits are not met and the number of design displacement cycles exceeds 200, the out-plane and in-plane stress intensification factors shall be calculated as

$$1.8/h^{2/3} \text{ and } (0.67/h^{2/3}) + 1/4.$$

- (11) The designer must be satisfied that this fabrication has a pressure rating equivalent to straight pipe.

- (12) The stress intensification factors apply to girth butt welds between two items for which the wall thicknesses are between  $0.875 T$  and  $1.10 T$  for an axial distance of  $\sqrt{D_o T}$  and  $T$  are nominal outside diameter and nominal wall thickness, respectively.  $\delta_{avg}$  is the average mismatch or offset.



- (13) Persamaan hanya berlaku jika kondisi berikut dipenuhi.
- Sudut kerucut  $\alpha$  tidak melebihi 60 derajat, dan *reducer* adalah *concentric*.
  - Yang terbesar dari  $D_{o1}\sqrt{T}$  and  $D_{o2}\sqrt{T}$  tidak melebihi 100.
  - Ketebalan dinding tidak kurang dari  $T_1$ , pada seluruh badan reducer, kecuali yang berhadapan langsung kepada bagian yang berbentuk silinder di ujung akhir yang mengecil, dimana ketebalan harus tidak kurang dari  $T_2$ .
- (14) Untuk beberapa sambungan flensa, kebocoran bisa terjadi pada tegangan ekspansi, jika tidak diijinkan. Momen untuk menghasilkan kebocoran dari sambungan flensa dengan gasket yang tidak mempunyai sifat penyekat sendiri dapat diperkirakan oleh persamaan
- $$M_L = (C/4) (S_b A_b - P A_p)$$
- $A_b$  = total luas baut flensa, in.<sup>2</sup> (mm<sup>2</sup>)  
 $A_p$  = luas kontak bagian luar gasket, in.<sup>2</sup> (mm<sup>2</sup>)  
 $C$  = lingkaran baut, in. (mm)  
 $M_L$  = moment untuk menghasilkan kebocoran flensa, in.-lb (mm.N)  
 $P$  = tekanan bagian dalam, psi (MPa)  
 $S_b$  = tegangan baut, psi (Mpa)
- (15)  $C_x$  panjang lasan fillet. Untuk panjang yang tidak sama, gunakan kaki terkecil untuk  $C_x$ .
- (16) Faktor-faktor yang ditunjukkan berlaku untuk bending. Faktor fleksibilitas untuk torsi sama dengan 0,9
- (13) The equation applies only if the following conditions are met.
- Cone angle  $\alpha$  does not exceed 60 deg, and the reducer is concentric.
  - The larger of  $D_{o1}\sqrt{T}$  and  $D_{o2}\sqrt{T}$  does not exceed 100.
  - The wall thickness is not less than  $T_1$  throughout the body of the reducer, except in and immediately adjacent to the cylindrical portion on the small end, where the thickness shall not be less than  $T_2$ .
- (14) For some flanged joints, leakage may occur at expansion stresses otherwise permitted herein. The moment to produce leakage of a flanged joint with a gasket having no self-sealing characteristics can be estimated by the equation.
- $$M_L = (C/4) (S_b A_b - P A_p)$$
- $A_b$  = total area of flange bolts, in.<sup>2</sup> (mm<sup>2</sup>)  
 $A_p$  = area to outside of gasket contact, in.<sup>2</sup> (mm<sup>2</sup>)  
 $C$  = bolt circle, in. (mm)  
 $M_L$  = moment to produce flange leakage, in.-lb (mm.N)  
 $P$  = internal pressure, psi (MPa)  
 $S_b$  = bolt stress, psi (Mpa)
- (15)  $C_x$  is the fillet weld length. For unequal lengths, use the smaller leg for  $C_x$ .
- (16) Factors shown apply to bending. Flexibility factor for torsion equals 0.9.



## Lampiran F

## Appendix F

## Sambungan Cabang Yang Diekstrusi Dan Dilas

## Extruded Header And Welded Branch Connections

## F1 Extruded Headers

## F1 Extruded Headers

Definisi dan limitasi yang berlaku untuk gambar F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> dan F<sub>4</sub> adalah sebagai berikut:

Definitions and limitations applicable to Figs. F<sub>1</sub> through F<sub>4</sub> are as follows:

D = diameter luar *run*  
 D<sub>c</sub> = diameter dalam *run* yang terkorosi  
 D<sub>o</sub> = diameter dalam *extruded outlet* yang terkorosi yang diukur pada *level* permukaan luar *run*  
 L = tinggi zona pemerkuat  
 T<sub>b</sub> = tebal aktual dinding cabang tidak termasuk alowans korosi  
 T<sub>r</sub> = tebal aktual dinding *run*, tidak termasuk alowans korosi  
 T<sub>o</sub> = tebal jadi terkorosi *extruded outlet* yang diukur pada suatu ketinggian sama dengan t<sub>o</sub> diatas permukaan luar *run*  
 d = diameter luar pipa cabang  
 d<sub>c</sub> = diameter internal cabang pipa terkorosi  
 h<sub>o</sub> = tinggi bibir *extruder*. Tebal ini harus sama atau lebih besar dari r<sub>o</sub>, kecuali sebagaimana ditunjukkan dalam limitasi (b) dari r<sub>o</sub> di bawah ini  
 r<sub>1</sub> = setengah lebar zona penguat (sama dengan D<sub>o</sub>)  
 r<sub>o</sub> = radius kurvatur bagian kontur luar dari *outlet* diukur dalam bidang yang didalamnya terdapat sumbu *run* dan cabang. Radius ini mengikuti pembatasan berikut.

D = outside diameter of run  
 D<sub>c</sub> = corroded internal diameter of run  
 D<sub>o</sub> = corroded internal diameter of extruded outlet measured at the level of the outside surface of run  
 L = height of the reinforcement zone  
 T<sub>b</sub> = actual thickness of branch wall not including corrosion allowance  
 T<sub>r</sub> = actual thickness of the run wall, not including the corrosion allowance  
 T<sub>o</sub> = corroded finished thickness of extruded outlet measured at a height equal to t<sub>o</sub>, above the outside surface of the run  
 d = outside diameter of branch pipe  
 d<sub>c</sub> = corroded internal diameter of branch pipe  
 h<sub>o</sub> = height of the extruded lip. This must be equal to or greater than r<sub>o</sub>, except as shown in limitation (b) of r<sub>o</sub> below.  
 r<sub>1</sub> = half width of reinforcement zone (equal to D<sub>o</sub>.)  
 r<sub>o</sub> = radius of curvature of external contoured portion of outlet measured in the plane containing the axes of the run and branch. This is subject to the following limitations.

- a) Radius minimum. Dimensi ini harus tidak lebih kecil dari 0.05 d, kecuali ini untuk diameter cabang lebih dari 30 inci, dimensi ini tidak perlu melebihi 1.5 inci.
- b) Radius maximum. Untuk pipa *outlet* ukuran NPS 6 dan lebih besar, dimensi ini harus tidak melebihi 0.10 d + 0.5 inci. Untuk

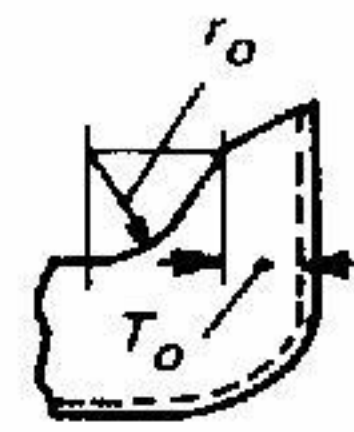
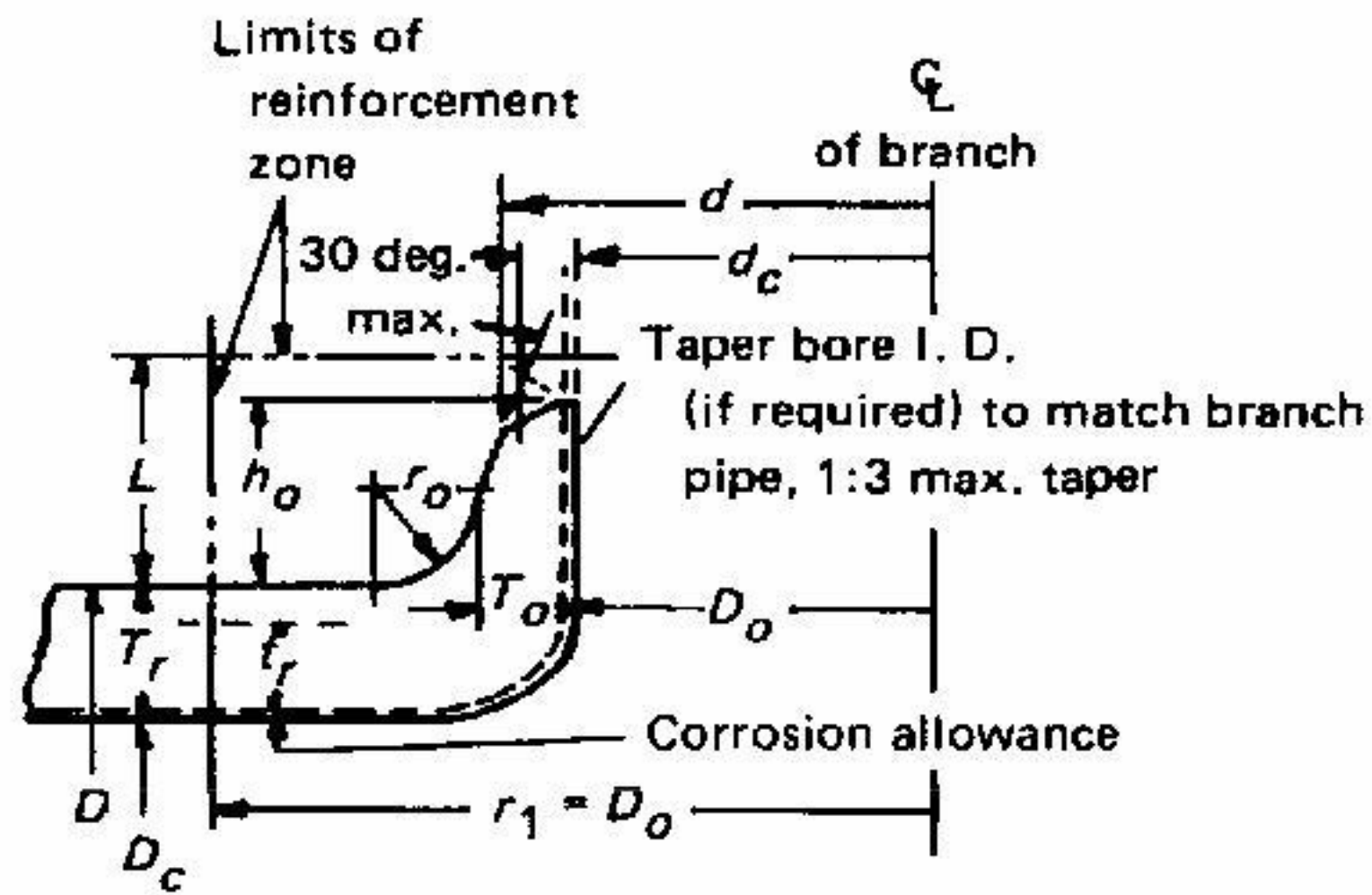
- a) *Minimum radius*. This dimension shall not be less than 0.05d, except that on branch diameters larger than 30 in., it need not exceed 1.50 in.
- b) *Maximum radius*. For outlet pipe sizes NPS 6 and larger, this dimension shall not exceed 0.10 d + 0.50 in. For outlet pipe sizes less



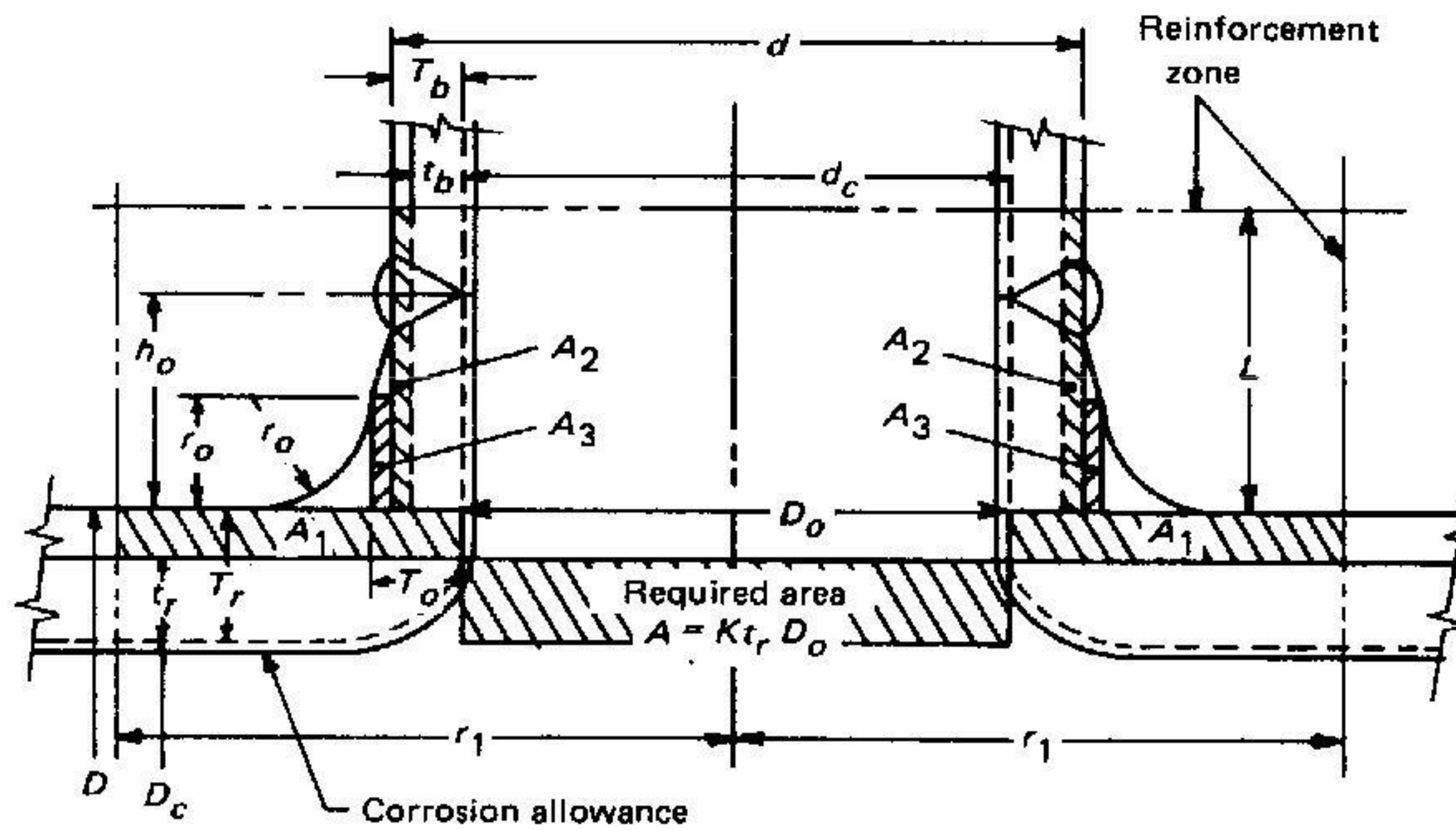
- ukuran pipa *outlet* yang lebih kecil dari NPS 8, dimensi ini harus tidak lebih besar dari 1.25 inci.
- c) Jika kontur luar terdiri lebih dari satu radius, radius pada setiap sektor busur yang besarnya lebih kurang  $45^\circ$  harus memenuhi persyaratan (a) dan (b) diatas.
- d) Pengerjaan dengan mesin harus tidak dilakukan dalam memenuhi persyaratan diatas.
- $t_b$  = tebal pipa cabang yang diperlukan sesuai dengan rumus pipa baja pada butir 841.11, tetapi tidak termasuk tebal apapun yang disediakan untuk korosi
- $t_r$  = tebal *run* yang diperlukan sesuai dengan rumus desain pipa baja pada butir 841.11, tetapi tidak termasuk alowans korosi atau toleransi tebal bawah
- than NPS 8, this dimension shall not be greater than 1.25 in.
- c) When the external contour contains more than one radius, the radius on any arc sector of approximately 45 degree shall meet the requirements of (a) and (b) above.
- d) Machining shall not be employed in order to meet the above requirements.
- $t_b$  = required thickness of branch pipe according to the steel pipe design formula of paragraph 841.11, but not including any thickness for corrosion
- $t_r$  = required thickness of the run according to the steel pipe design formula paragraph 841.11, but not including any allowance for corrosion or underthickness tolerance



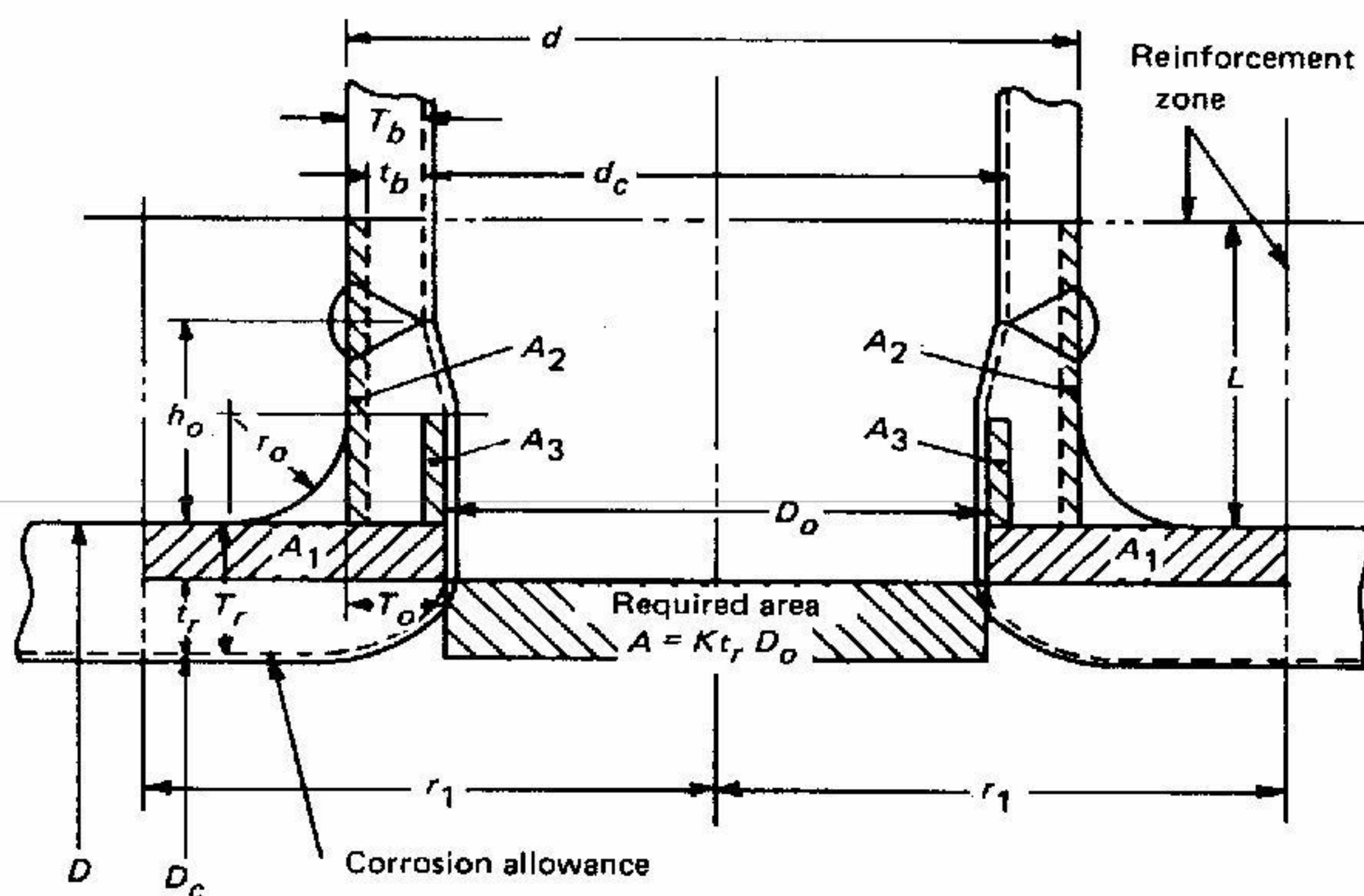




GENERAL NOTE:  
Sketch to show method  
of establishing  $T_o$  when  
the taper encroaches  
on the crotch radius.

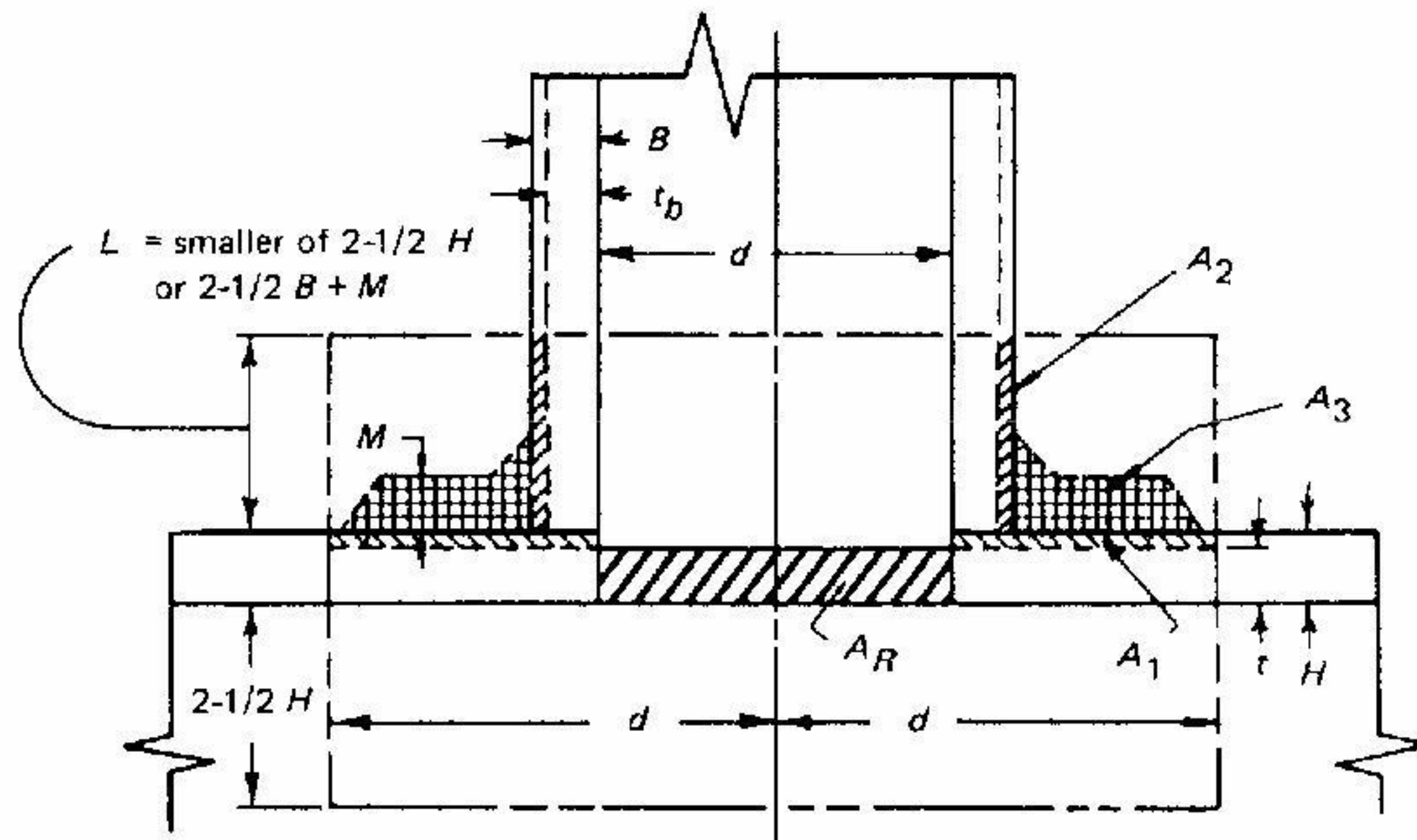


GENERAL NOTE:  
Sketch is drawn for  
condition where  
 $K = 1.00$ .



GENERAL NOTE:  
Sketch is drawn for  
condition where  
 $K = 1.00$ .





Gambar.F5 Peraturan untuk penguatan sambungan cabang lasan  
**Fig. F5 Rules for reinforcement of welded branch connections**

"Area of reinforcement" enclosed by ———— lines

Reinforcement area required  $A_R = dt$

Area available as reinforcement =  $A_1 + A_2 + A_3$

$A_1 = (H - t)(d)$  (If negative, use zero for value of  $A_1$ )

$A_2 = 2(B - t_b)L$

$A_3$  = summation of area of all added reinforcement, including weld areas which lie within the "area of reinforcement"

$A_1 + A_2 + A_3$  must be equal to or greater than  $A_R$

where

$H$  = nominal wall thickness of branch

$B$  = nominal wall thickness of branch

$t_b$  = required nominal wall thickness of the branch (under the appropriate section of the Code)

$t$  = required nominal wall thickness of the header (under the appropriate section of the Code)

$d$  = the greater of the length of the finished opening in the header wall measured parallel to the axis of the run or the inside diameter of the branch connection

$M$  = actual (by measurement) or nominal thickness of added reinforcement



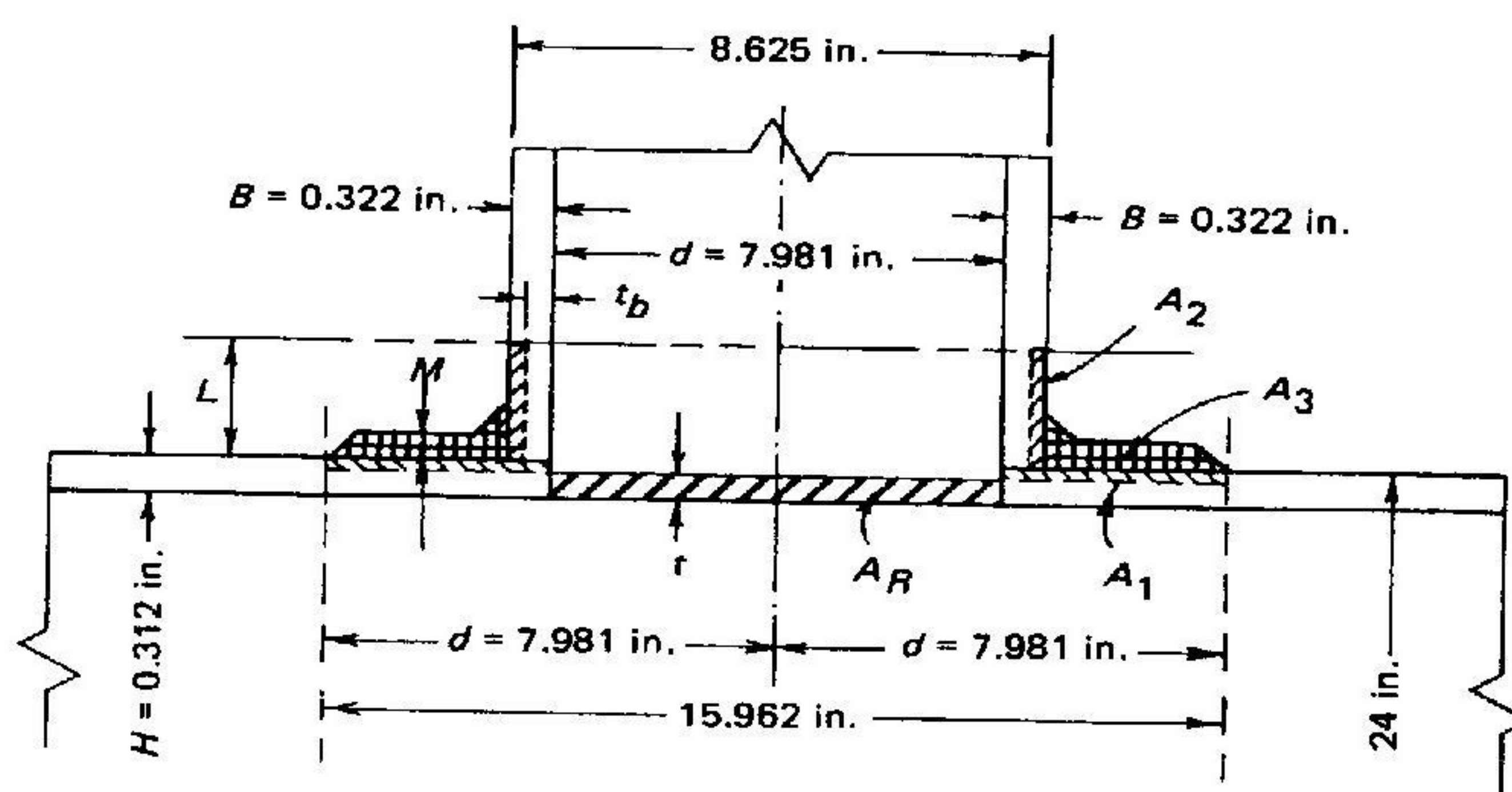


FIG. F6

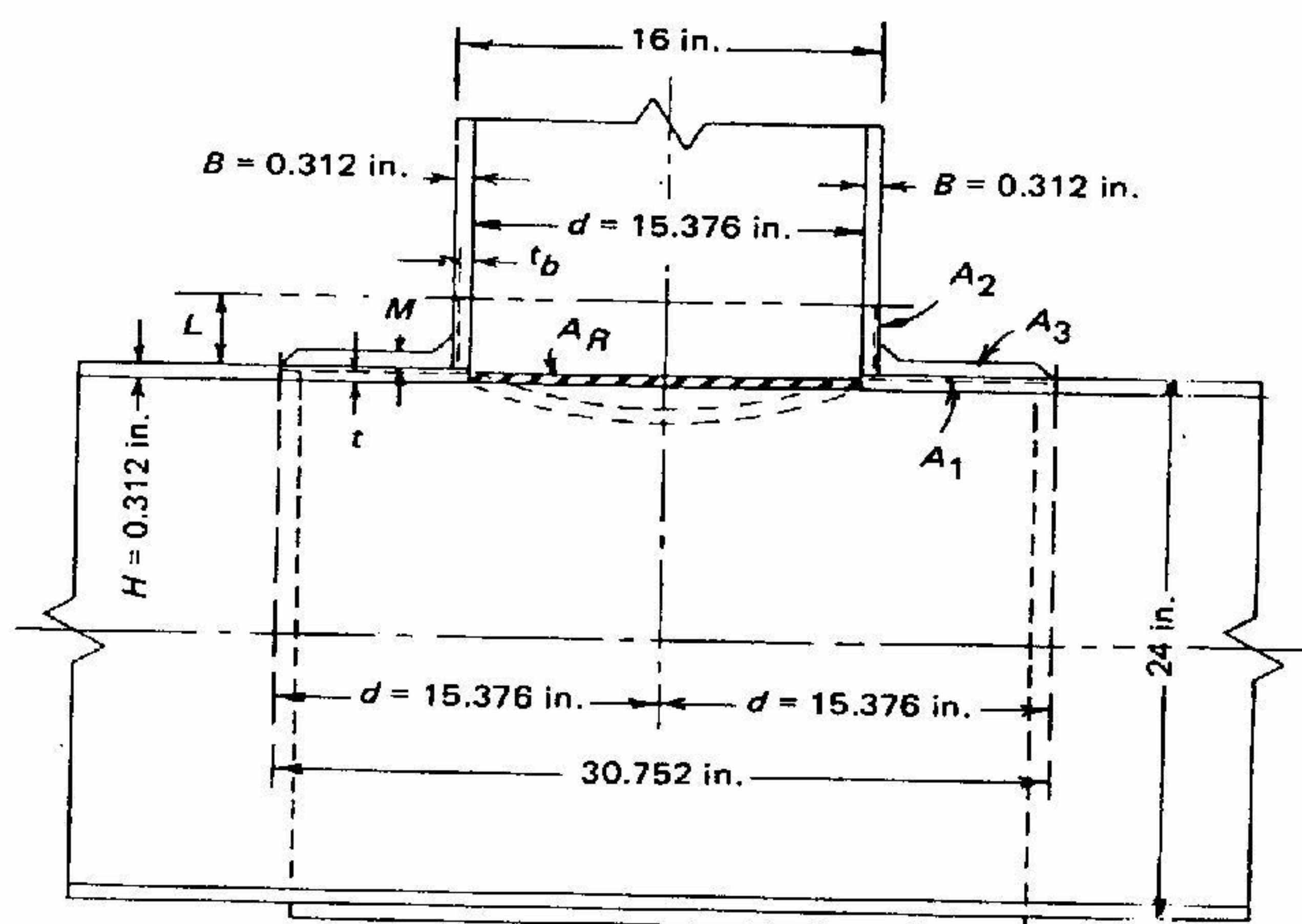


FIG. F7

Gambar F6, F7

Figure F6, F7



## F2. Contoh ilustrasi pemakaian aturan untuk penguat koneksi cabang berlas

### F2.1 Contoh 1

Suatu *outlet* NPS 8 dilas ke *header* NPS 24. Material *header* adalah API 5LX 46 dengan tebal dinding 0.312". Material *outlet* adalah API 5L Gr B (seamless) *schedule* 40 dengan tebal dinding 0.322". Tekanan kerja 650 psi. Konstruksi adalah tipe B, digunakan dalam Lokasi Kelas 1, sesuai dengan butir 840.3. Menggunakan butir 841.1, efisiensi sambungan 1,00. Suhu 100°F. Faktor desain  $F = 0,60$ ,  $E = 1,00$ , dan  $T = 1,00$ . Untuk dimensi, lihat Gbr. F6.

#### F2.11 Header

Tebal dinding nominal:

$$t = \frac{PD}{2SFET}$$

$$= \frac{650 \times 24}{2 \times 46.000 \times 0.60 \times 1.00 \times 1.00}$$

$$= 0,283 \text{ in.}$$

Kelebihan tebal pada dinding *header*:  
 $H - t = 0,312 - 0,283 = 0,029$

#### F2.12 Outlet

Tebal dinding nominal:

$$t_b = \frac{650 \times 8.625}{2 \times 35.000 \times 0,60 \times 1,00 \times 1,00}$$

$$= 0.133 \text{ in.}$$

Kelebihan tebal pada dinding *outlet*:  
 $B - t_b = 0,322 - 0,133 = 0,189 \text{ in.}$

$$d = \text{diameter bukaan}$$

$$= 8,625 - 2 \times 0,322$$

$$= 7,981 \text{ in.}$$

#### F2.13 Penguat yang diperlukan

$$A_R = dt = 7,891 \times 0,283 = 2.26 \text{ in.}^2$$

#### F2.14 Penguat yang tersedia

$$A = (H - t)_2 d = 0,029 \times 7,981 = 0,23 \text{ in.}^2$$

#### F2.15 Luas efektif pada *outlet*

Tinggi  $L = 2\frac{1}{2}B + M$  (anggap tebalnya  $\frac{1}{4}$  in.)

## F2. Examples illustrating the application of the rules for reinforcement of welded branch connections

### F2.1 Example 1

An NPS 8 outlet is welded to an NPS 24 header. The header material is API 5LX 46 with 0.312 in. wall. The outlet is API 5L Grade B (Seamless) Schedule 40 with 0.322 in. wall. The working pressure is 650 psi. The construction is Type B, used in Class Location 1, in accordance with para. 840.3. Using para. 841.1, the joint efficiency is 1.00. The temperature is 100°F. Design factors  $F = 0.60$ ,  $E = 1.00$ , and  $T = 1.00$ . For dimensions, see Fig. F6.

#### F2.11 Header

Nominal wall thickness:

$$t = \frac{PD}{2SFET}$$

$$= \frac{650 \times 24}{2 \times 46,000 \times 0.60 \times 1.00 \times 1.00}$$

$$= 0.283 \text{ in.}$$

Excess thickness in header wall:  
 $H - t = 0.312 - 0.283 = 0.029$

#### F2.12 Outlet

Nominal wall thickness:

$$t_b = \frac{650 \times 8.625}{2 \times 35,000 \times 0.60 \times 1.00 \times 1.00}$$

$$= 0.133 \text{ in.}$$

Excess thickness in outlet wall:  
 $B - t_b = 0.322 - 0.133 = 0.189 \text{ in.}$

$$d = \text{diameter of opening}$$

$$= 8.625 - 2 \times 0.322$$

$$= 7.981 \text{ in.}$$

#### F2.13 Reinforcement required

$$A_R = dt = 7.891 \times 0.283 = 2.26 \text{ in.}^2$$

#### F2.14 Reinforcement provided by header

$$A_1 = (H - t)d = 0.029 \times 7.981 = 0.23 \text{ in.}^2$$

#### F2.15 Effective area in outlet

Height  $L = 2\frac{1}{2}B + M$  (assume  $\frac{1}{4}$  in. pad)



$$= 2\frac{1}{2} \times 0,322 + 0,25 = 1,055 \text{ in.}$$

atau  $L = 2\frac{1}{2}H = 2,5 \times 0,312 = 0,780 \text{ in.}$   
Gunakan  $L = 0.780 \text{ in.}$   
 $A_2 = 2 (B - t_b) L = 2 \times 0,189 \times 0,780$   
 $= 0,295 \text{ in.}^2$

Nilai ini harus dikalikan dengan 35.000/46.000 [lihat butir 831.41(f).]

$$\text{Efektif } A'_2 = 0,295 \times \frac{35.000}{46.000} = 0,224 \text{ in.}^2$$

Luas yang Diperlukan:

$$A_3 = A_R - A_1 - A'_2$$

$$= 2,259 - 0,231 - 0,224 = 1,804 \text{ in.}^2$$

Gunakan pelat penguat dengan tebal 0,250 in. (tebal minimum yang dapat diterapkan) x diameter 15,5 in.

$$\text{Luas} = (15,500 - 8,625) \times 0,250 = 1,719 \text{ in.}^2$$

Lasan filet (anggap terdapat dua lasan  $\frac{1}{4}$  in. pada tiap sisi):

$$\frac{1}{2} (0,25 \times 0,25) \times 4 = 0,125 \text{ in.}^2$$

Total  $A_3$  yang disediakan = 1,844 in.<sup>2</sup>  
Lihat juga gambar F5

## F2.2 Contoh 2

Suatu *outlet* NPS 16 dilas pada *header* NPS 24. *Material header* adalah API 5LX 46 dengan tebal dinding 0.312". *Material outlet* adalah API 5L Gr B (seamless) *schedule* 20 dengan tebal dinding 0.312". Tekanan kerja 650 psi. Konstruksi adalah Tipe B, digunakan dalam Lokasi Kelas 1, sesuai dengan butir 840.3. Menggunakan butir 83.1.4.2, penguat harus merupakan tipe melingkar penuh. Efisiensi sambungan 1.00. Suhu adalah 100°F. Faktor desain  $F = 0,60$ ,  $E = 1,00$ , dan  $T = 1,00$ . Untuk dimensi, lihat Gbr. F7.

### F2.21 Header

Tebal dinding nominal:

$$t = \frac{PD}{2 SFET} = \frac{650 \times 24}{2 \times 46.000 \times 0,60 \times 1,00 \times 1,00}$$

$$= 0,283 \text{ in.}$$

Kelebihan tebal pada dinding header

$$= 2\frac{1}{2} \times 0.322 + 0.25 = 1.055 \text{ in.}$$

or  $L = 2\frac{1}{2}H = 2.5 \times 0.312 = 0.780 \text{ in.}$  Use  $L = 0.780 \text{ in.}$   
 $A_2 = 2 (B - t_b) L = 2 \times 0.189 \times 0.780$   
 $= 0.295 \text{ in.}^2$

This must be multiplied by 35,000/46,000 [see para. 831.41(f).]

$$\text{Effective } A'_2 = 0.295 \times \frac{35,000}{46,000} = 0.224 \text{ in.}^2$$

Required area

$$A_3 = A_R - A_1 - A'_2$$

$$= 2,259 - 0,231 - 0,224 = 1,804 \text{ in.}^2$$

Use reinforced plate 0.250 in. thick (minimum practicable x 15.5 in. in diameter.

$$\text{Area} = (15,500 - 8,625) \times 0,250 = 1,719 \text{ in.}^2$$

Fillet welds (assuming two  $\frac{1}{4}$  in. welds each side):

$$\frac{1}{2} (0,25 \times 0,25) \times 4 = 0,125 \text{ in.}^2$$

Total  $A_3$  provided = 1.844 in.<sup>2</sup>  
See also Fig.F5

## F2.2 Example 2

An NPS 16 outlet is welded to an NPS 24 header. The header material is API 5LX 46 with 0.312 in. wall. The outlet is API 5L Grade B (Seamless) Schedule 20 with 0.312 in. wall. The working pressure is 650 psi. The construction is Type B, used in Class Location 1, in accordance with para. 840.3. By para. 3.1.4.2, the reinforcement must be of the complete encirclement type. The joint efficiency is 1.00. The temperature is 100°F. Design factors  $F = 0.60$ ,  $E = 1.00$ , and  $T = 1.00$ . For dimensions, see Fig. F7.

### F2.21 Header

Nominal wall thickness:

$$t = \frac{PD}{2 SFET} = \frac{650 \times 24}{2 \times 46,000 \times 0.60 \times 1.00 \times 1.00}$$

$$= 0.283 \text{ in.}$$

Excess thickness in header wall:



$$H - t = 0,312 - 0,283 = 0,029 \text{ in.}$$

### F2.2.2 Outlet

Tebal dinding nominal:

$$t_b = \frac{650 \times 16}{2 \times 35.000 \times 0,60 \times 1,00 \times 1,00} = 0,248 \text{ in.}$$

Kelebihan tebal pada dinding outlet:

$$B - t_b = 0,312 - 0,248 = 0,064 \text{ in.}$$

$$d = \text{diameter bukaan} = 16 - 2 \times 0,312 = 15,376 \text{ in.}$$

### F2.2.3 Penguat yang diperlukan

$$A_R = dt = 15,376 \times 0,283 = 4,35 \text{ in.}^2$$

### F2.2.4 Penguat yang tersedia

$$A_1 = (H - t) d = 0,029 \times 15,376 = 0,44 \text{ in.}^2$$

### F2.2.5 Luas efektif pada outlet

$$\text{Tinggi } L = 2\frac{1}{2}B + M \text{ (anggap tebal pelat } \frac{5}{16} \text{ in.)}$$

$$= (2,5 \times 0,312) + 0,312 = 1,092 \text{ in.}$$

atau

$$L = 2\frac{1}{2}H = 2,5 \times 0,312 \times 0,78 \text{ in. Gunakan } L = 0,780 \text{ in.}$$

$$A_2 = 2 (B - t_b) L = 2 \times 0,064 \times 0,780 = 0,100 \text{ in.}^2$$

Nilai ini harus dikalikan dengan 35.000/46.000 [lihat butir 3.1.4(f)]

$$\text{Efektif } A'_2 = 0,1 \times 35.000/46.000 = 0,076 \text{ in.}^2$$

Luas yang diperlukan:

$$A_3 = A_R - A_1 - A'_2 = 4,351 - 0,446 - 0,076 = 3,829 \text{ in.}^2$$

Tebal penguat yang diperlukan:

$$3,83 \div (30 - 16) = 0,27 \text{ in.}$$

Gunakan 0,312 in. panjang pelat minimum yang diperlukan (dengan mengabaikan lasan):

$$3,829 \div 0,312 = 12,272 \text{ in.}$$

$$16 + 12,272 = 29 \text{ in. (dibulatkan ke atas)}$$

Gunakan pelat yang panjangnya 29 in.:

$$\text{Luas} = 0,312 \times (29 - 16) = 4,05 \text{ in.}^2$$

Dua lasan  $\frac{1}{4}$  in. ke outlet:

$$\frac{1}{2} \times (0,25 \times 0,25) \times 2 = 0,063 \text{ in.}^2$$

$$\text{Total } A_3 \text{ yang tersedia} = 4,119 \text{ in.}^2$$

Penggunaan las ujung adalah opsional.

Lihat Gbr. I3

$$H - t = 0,312 - 0,283 = 0,029 \text{ in.}$$

### F2.22 Outlet

Nominal wall thickness:

$$t_b = \frac{650 \times 16}{2 \times 35,000 \times 0.60 \times 1.00 \times 1.00} = 0.248 \text{ in.}$$

Excess thickness in outlet wall:

$$B - t_b = 0.312 - 0.248 = 0.064 \text{ in.}$$

$$d = \text{diameter of opening} = 16.000 - 2 \times 0.312 = 15.376 \text{ in.}$$

### F2.23 Reinforced requirement

$$A_R = dt = 15.376 \times 0.283 = 4.35 \text{ in.}^2$$

### F2.24 Reinforced provided

$$A_1 = (H - t) d = 0.029 \times 15.376 = 0.44 \text{ in.}^2$$

### F2.25 Effective area in outlet

$$\text{Height } L = 2\frac{1}{2}B + M \text{ (assume } \frac{5}{16} \text{ in. plate)}$$

$$= 2.5 \times 0.312 + 0.312 = 1.092 \text{ in.}$$

or

$$L = 2\frac{1}{2}H = 2.5 \times 0.312 \times 0.78 \text{ in. Use } L = 0.780 \text{ in.}$$

$$A_2 = 2 (B - t_b) L = 2 \times 0.064 \times 0.780 = 0.100 \text{ in.}^2$$

This must be multiplied by 35,000/46,000 [see para. 3.1.4(f)]

$$\text{Effective } A'_2 = 0.10 \times 35,000/46,000 = 0.076 \text{ in.}^2$$

Required area:

$$A_3 = A_R - A_1 - A'_2 = 4.351 - 0.446 - 0.076 = 3.829 \text{ in.}^2$$

Approximate required thickness of reinforcement:

$$3.83 \div (30 - 16) = 0.27 \text{ in.}$$

Use 0.312 in. plate minimum required length (neglecting welds):

$$3.829 \div 0.312 = 12.272 \text{ in.}$$

$$+ 12.272 = 29 \text{ in. (rounded to the next higher whole number)}$$

Use a plate that is 29 in. long:

$$\text{Area} = 0.312 \times (29 - 16) = 4.056 \text{ in.}^2$$

Two  $\frac{1}{4}$  in. welds to outlet:

$$\frac{1}{2} \times (0.25 \times 0.25) \times 2 = 0.063 \text{ in.}^2$$

$$\text{Total } A_3 \text{ provided} = 4.119 \text{ in.}^2$$

The use of end welds is optional. See Fig.

I3.



## Lampiran G

**Pengujian Juru Las Dibatasi Pekerjaan Pengoperasi Saluran Pada Tegangan Melingkar Tidak Kurang Dari 20% Kuat Ulur Minimum Spesifikasi**

**G1. PROSEDUR UJI**

- a) Tes mula atau awal harus mengkuafikasi seorang juru las untuk bekerja. Kemudian, pekerjaannya harus dicek baik dengan cara kualifikasi ulang pada selang waktu satu tahun ataupun dengan cara pemotongan dan pengetesan pekerjaan produksinya sekurang-kurangnya setiap 6 bulan.
- b) Pengetesan boleh dilakukan pada pipa dengan sebarang diameter 12 inci atau lebih kecil. Lasan tes harus dibuat dengan pipa posisi horizontal tetap sedemikian rupa sehingga dalam lasan tes terdapat sekurang-kurangnya satu bagian pengelasan posisi *overhead*.
- c) Beveling, bukaan akar, dan rincian lainnya harus memenuhi spesifikasi prosedur yang digunakan untuk mengkuafikasi juru las itu.
- d) Lasan tes harus dipotong menjadi 4 kupon dan harus menjalani tes *root bend*. Jika sebagai hasil dari tes ini, retak terjadi dalam material lasan atau di antara lasan dan logam dasar yang panjangnya ke segala arah lebih dari 1/8 inci, maka kupon tes harus ditolak. Retak yang terjadi pada pojok spesimen sewaktu pengetesan tidak boleh dipertimbangkan. Bila kupon yang ditolak tidak lebih dari satu, lasan dianggap dapat diterima.
- e) Juru las yang menghubungkan atau menyambungkan pipa servis ke pipa induk dengan pengelasan, hendaknya disyaratkan lulus tes-tes berikut secara memuaskan :
  - 1) Mengelas fitting koneksi saluran servis ke bagian pipa yang mempunyai

## Appendix G

**Appendix G Testing Of Welders Limited To Work On Lines Operating At Hoop Stresses Of Less Than 20% Of The Specified Minimum Yield Strength**

**G1. TEST PROCEDURES**

- a) An initial test shall qualify a welder for work. Thereafter, his work shall be checked either by requalification at 1 year intervals or by cutting out and testing production work at least every 6 months.
- b) The test may be made on pipe of any diameter 12 in. or smaller. The test weld shall be made with the pipe in a horizontal fixed position so that the test weld includes at least one section of overhead position welding.
- c) The beveling, root opening, and other details must conform to the procedure specification under which the welder is qualified.
- d) The test weld shall be cut into four coupons and subjected to the root bend test. If as a result of this test, a crack develops in the weld material or between the weld and base metal more than 1/8 in. long in any direction, this shall be cause for rejection. Cracks occurring on the corner of the specimen during testing shall not be considered. If not more than one coupon is rejected, the weld is to be considered as acceptable.
- e) Welders who are to make welded service line connections to mains should be required to satisfactorily pass the following tests.
  - 1) Weld a service line connection fitting to a pipe section having the same



diameter sama seperti pipa induk tipikal. Lasan ini hendaknya dibuat dalam posisi sama seperti lasan yang akan dibuat di lapangan.

- 2) Lasan hendaknya dites dengan cara mematahkan fitting tersebut menggunakan alat yang tersedia sehingga lepas dari pipa utama.

Sampel harus ditolak jika lasan yang patah pada pertemuan atau persambungan fitting dan pipa utama memperlihatkan adanya fusi yang tidak sempurna, tumpang tindih, atau penetrasi kurang.

- f) Untuk pengecekan berkala pada juru las yang bekerja hanya pada pipa servis kecil (diameter 2 inci atau lebih kecil), tes lapangan berikut boleh dilakukan. Tes ini hendaknya tidak digunakan sebagai pengganti tes kualifikasi awal (orisinil).

Dua lasan sampel yang dibuat oleh juru las yang sedang dites hendaknya diambil dari pipa servis baja. Setiap sampel hendaknya dipotong dalam panjang 8 inci dengan lasan berada pada tengah-tengahnya. Salah satu sampel, ujung-ujungnya harus dipipihkan dan seluruh sambungan menjalani tes kuat tarik. Patahnya sampel harus pada logam dasar dan bila terjadi di dekat atau pada logam lasan, sampel ini dinyatakan tidak dapat diterima. Sampel kedua harus diletakkan di tengah-tengah pada mesin tes lengkung terpandu dan dilengkung sampai kontur cetakan berjarak 2 inci dari tiap sisi lasan. Sampel yang berterima harus tidak memperlihatkan adanya retakan atau patahan setelah dilepas dari mesin pelengkung.

Bila mesin tes kuat tarik tidak tersedia, dua sampel tes lengkung dapat diterima sebagai pengganti satu tes tarik dan satu tes lengkung.

- g) Tes untuk sambungan tembaga. Personil yang bekerja pada perpipaan tembaga harus lulus tes berikut secara memuaskan. Sambungan *bell* tembaga yang *dibraze* atau *disolder* hendaknya dibuat pada

diameter as a typical main. This weld should be made in the same position as this type of weld is made in the field.

- 2) The weld should be tested by attempting to break the fitting off the run pipe by any available means (knocking it off).

A sample shall be rejected if the broken weld at the junction of the fitting and run pipe shows incomplete fusion, overlap, or poor penetration.

- f) For the periodic checking of welders who work on small service lines only (2 in. or smaller in diameter), the following special field test may be employed. This test should not be used as a substitute for the original qualifying test.

Two sample welds made by the welder under test should be taken from steel service line. Each sample should be cut 8 in. long with the weld located approximately in the center. One sample shall have the ends flattened and the entire joint subjected to the tensile strength test. Failure must be in the parent metal and not adjacent to or in the weld metal to be acceptable. The second sample shall be centered in the guided bend testing machine and bent to the contour of the die for a distance of 2 in. on each side of the weld. The sample to be acceptable must show no breaks or cracks after removal from the bending machine.

When a tensile strength testing machine is not available, two bend test samples will be acceptable in lieu of one tension and one bending test.

- g) *Tests for copper joints.* Personnel who are to work on copper piping should pass the following test satisfactorily.

Abrazed or soldered copper bell joint should be made on any size of copper



sebarang ukuran pipa tembaga yang digunakan, dengan sumbu pipa tetap dalam posisi horizontal. Sambungan yang dilas demikian digergaji ke arah memanjang pada puncak pipa (puncak adalah titik tertinggi pada lingkaran sewaktu sambungan dibraze). Sambungan hendaknya dipisah pemeriksaan.

Ujung *bell* sambungan harus terikat sempurna. Ujung spigot sambungan harus menunjukkan bahwa paduan *brazing* telah dicapai sekurang-kurangnya 75% area total dari permukaan yang diteleskop. Sekurang-kurangnya 50% panjang pada puncak sambungan harus disambung.

- h) Rekod dari tes awal dan tes lanjutan yang dilaksanakan pada pekerjaan dari setiap juru las harus dibuat dan disimpan.

pipe used, with the axis of the pipe stationary in the horizontal position. The joint so welded is to be sawed open longitudinally at the top of the pipe (the top being the upper-most point on the circumference at time joint is brazed). The joint should be spread apart for examination. The joint must be completely bonded.

The spigot end of the joint must give evidence that the brazing alloy has reached at least 75% of the total area of the telescoped surfaces. At least 50% of the length at the top of the joint must be joined.

- h) Records shall be kept of the original tests and all subsequent tests conducted on the work of each welder.





## Lampiran H

Tes Pemipihan Untuk Pipa<sup>1</sup><sup>1</sup> Lihat Butir 817.13(B)

## H1 Prosedur Uji

- a) Tes pemipihan harus dilakukan pada pipa *standard weight* dan sangat kuat, di atas NPS 2. Tes ini tidak disyaratkan pada pipa dengan kekuatan ekstra ganda.
- b) Untuk pipa las tumpang dan las *butt*, panjang potongan tes harus 4 inci sampai 6 inci, dan lasan harus ditempatkan pada sudut 45° dari garis gaya.
- c) Untuk pipa las resistansi listrik, kedua potongan ujung terluar dari setiap panjang atau batang pipa harus dipipihkan di antara pelat-pelat yang paralel dengan lasan pada titik pelengkungan maksimum sampai dinding-dinding sebaliknya bertemu. Tidak boleh ada bukaan pada lasan sampai jarak antara pelat kurang dari  $\frac{2}{3}$  diameter luar awal pipa. Tidak boleh terjadi retak atau patah di tempat lain pada logam selain pada lasan sampai jarak antara pelat-pelat kurang dari  $\frac{1}{3}$  diameter luar awal pipa, tetapi tidak boleh kurang dari 5x tebal dinding pipa. Indikasi laminasi dan material yang terbakar tidak boleh terjadi selama proses pemipihan, dan pada lasan tidak boleh menunjukkan cacat yang membahayakan.
- d) Untuk pipa *seamless*, panjang potongan tes tidak kurang dari 2½ in.
- e) Tes harus berupa pemipihan potongan pipa antara potongan pelat-pelat yang paralel sampai dinding sebaliknya bertemu. Untuk pipa berlas, pada lasan tidak boleh terdapat bukaan sampai jarak kurang dari  $\frac{3}{4}$  diameter luar awal pipa las tumpang dan las resistansi listrik, dan pada logam tidak boleh ada retakan atau patahan di tempat lain kecuali pada lasan sampai jarak antara pelat kurang dari yang diperlihatkan di bawah ini. Untuk

## Appendix H

Flattening Test For Pipe<sup>1</sup>

## H1 Test Procedures

- a) The flattening test shall be made on standard weight and extra strong pipe over NPS 2. It shall not be required for double extra strong pipe.
- b) For lap-welded and butt welded pipe, the test section shall be 4 in. to 6 in. in length, and the weld shall be located 45 deg. from the line of direction of the applied force.
- c) For electric-resistance-welded pipe, both crop ends from each length of pipe shall be flattened between parallel plates with the weld at the point of maximum bending until the opposite walls of the pipe meet. No opening in the weld shall take place until the distance between the plates is less than two-thirds of the original outside diameter of the pipe. No cracks or breaks in the metal elsewhere than in the weld shall occur until the distance between the plates is less than one-third of the original outside diameter of the pipe, but in no case less than five times the thickness of the pipe wall. Evidence of lamination or burnt material shall not develop during the entire flattening process, and the weld shall not show injurious defects.
- d) For seamless pipe the test section shall not be less than 2½ in. in length.
- e) The test shall consist of flattening a section of pipe between parallel plates until the opposite walls meet. For welded pipe, no opening in the weld shall take place until the distance between the plates is less than three fourths of the original outside diameter for butt weld, or two-thirds the outside diameter for lap weld and electric-resistance weld, and no cracks or breaks in the metal elsewhere than in



pipa *seamless*, pada logam harus tidak ada retakan atau patahan sampai jarak antara pelat kurang dari seperti yang diperlihatkan di bawah ini

the weld shall occur until the distance between the plates is less than shown below. For seamless pipe, no breaks or cracks in the metal shall occur until the distance between the plates is less than that shown below:

$$H = \frac{(i + e)t}{e + t/D}$$

dimana

D adalah diameter aktual luar pipa, in (2,375 in, nominal)

H adalah distance antara flattening plate, in.

t adalah tebal dinding nominal pada pipa, in.

e adalah deformasi per panjang unit (tetap untuk grade yang diberikan pada baja, 0,09 untuk Grade A dan 0,07 untuk Grade B)

where

D is actual outside diameter of pipes, in (2.375 in, nominal)

H is distance between flattening plates, in.

t is nominal wall thickness of pipe, in.

e is deformation per unit length (constant for a given grade of steel, 0.09 for Grade A and 0.07 for grade B)





**Lampiran I****Persiapan Ujung Untuk Pengelasan  
Butt****I.1 Catatan penjelasan****I.1.1 Umum**

- a) Sketsa dalam gambar 15 memperlihatkan persiapan yang dapat diterima untuk penyambungan ujung-ujung pipa dengan las butt untuk material-material yang mempunyai tebal dinding berbeda dan/atau kekuatan berbeda (kuat luluh minimum spesifikasi).
- b) Tebal bagian yang akan disambung di luar area desain sambungan harus memenuhi persyaratan desain Standar ini.
- c) Bila kuat ulur minimum spesifikasi dari bagian-bagian yang akan disambung berbeda, logam lasan yang dideposit harus memiliki sifat mekanis sekurang-kurangnya sama dengan bagian yang lebih kuat.
- d) Transisi antara ujung yang tebalnya berbeda boleh diselesaikan dengan penirusan atau pengelasan seperti yang diperlihatkan pada gambar atau dengan memakai *ring* transisi yang diprapabri-kasi.
- e) Takik atau alur tajam pada pinggiran lasan yang menyambung permukaan bertirus harus dihindarkan.
- f) Untuk menyambung pipa yang memiliki ketebalan berbeda tetapi kuat luluh minimum spesifikasi sama, diberlakukan ketentuan yang dinyatakan di bawah ini, kecuali tidak terdapat batasan sudut minimum untuk tirusan.
- g) Tebal maksimum untuk maksud desain tidak boleh lebih besar dari 1,5t.

**I.1.2 Diameter dalam yang berbeda**

- a) Untuk perpipaan yang beroperasi pada tegangan melingkar kurang dari 20% kuat

**Appendix I****End Preparation For Buttwelding****I.1 Explanatory notes****I.1.1 General**

- a) The sketches in Fig. 15 illustrate acceptable preparations for joining pipe ends by butt welding for materials having unequal wall thicknesses and/or with unequal strengths (minimum specified yield strength).
- b) The thickness of the sections to be joined beyond the joint design area shall comply with the design requirements of this Code.
- c) When the minimum specified yield strengths of the sections to be joined are unequal, the deposited weld metal shall have mechanical properties at least equal to those of the section having the higher strength.
- d) The transition between ends of unequal thickness may be accomplished by taper or welding as illustrated or by means of a prefabricated transition ring.
- e) Sharp notches or grooves at the edge of the weld where it joins a slanted surface shall be avoided.
- f) For joining unequal thicknesses of equal specified yield strengths, the rules given herein apply, except there is no minimum angle limit to the taper.
- g) The maximum thickness to for design purposes shall not be greater than 1.5t.

**I.1.2 Unequal Internal diameters**

- a) For piping to operate at hoop stresses of less than 20% of specified minimum yield



luluh minimum spesifikasi, jika tebal dinding nominal ujung yang disambung tidak bervariasi lebih dari  $\frac{1}{8}$  inci, maka perlakuan khusus tidak diperlukan asalkan penetrasi dan ikatan yang memadai dapat dicapai dalam pengelasan. Jika *offset* lebih besar dari  $\frac{1}{8}$  inci, paragraf berikut ini dapat dipergunakan :

b) Untuk tingkat tegangan melingkar 20% atau lebih dari spesifikasi kuat luluh minimum .

1) Jika tebal dinding nominal ujung-ujung sambungan tidak bervariasi lebih dari  $\frac{3}{32}$  in., perlakuan khusus tidak diperlukan asalkan penetrasi dan ikatan penuh dicapai dalam pengelasan. Lihat sketsa (a) dari Gbr.15.

2) Bila *offset* internal nominal lebih besar dari  $\frac{3}{32}$  in. dan tidak terdapat akses ke bagian dalam pipa untuk pengelasan, transisi harus dibuat dengan memotong tirus ujung bagian dalam dari bagian pipa yang lebih tebal. Lihat sketsa (b). Sudut tirus harus tidak lebih besar dari  $30^\circ$  dan tidak lebih kecil dari  $14^\circ$ .

3) Bila *offset* internal nominal lebih besar dari  $\frac{3}{32}$  inci. tetapi tidak melebihi  $\frac{1}{2}$  tebal bagian yang lebih tipis, dan terdapat akses ke sisi dalam pipa untuk pengelasan, transisi boleh dibuat dengan lasan bertirus seperti yang diperlihatkan pada sketsa (c) dari gambar 15. *Land* atau *root face* pada bagian yang lebih tebal harus sama dengan *offset plus land* pada bagian ujung sambungan.

4) Bila *offset* internal nominal lebih dari  $\frac{1}{2}$  tebal bagian yang lebih tipis dan terdapat akses ke sisi dalam pipa untuk pengelasan, transisi boleh dibuat dengan memotong tirus ujung bagian dalam dari bagian yang lebih tebal seperti yang diperlihatkan pada sketsa (b) dari Gambar 15, atau dengan kombinasi lasan tirus sampai  $\frac{1}{2}$  tebal bagian yang lebih tipis dan memotong tirus dari titik itu seperti yang diperlihatkan dalam sketsa (d) gambar 15

strength, if the nominal wall thicknesses of the adjoining ends do not vary more than  $\frac{1}{8}$  in., no special treatment is necessary provided adequate penetration and bond is accomplished in welding. If the offset is greater than  $\frac{1}{8}$  in., the following paragraphs will apply.

b) *For Hoop stress levels 20% or more of the specified minimum yield strength*

1) If the nominal wall thicknesses of the adjoining ends do not vary more than  $\frac{3}{32}$  in., no special treatment is necessary, provided full penetration and bond is accomplished in welding. See sketch (a) of Fig. 15

2) Where the nominal internal offset is more than  $\frac{3}{32}$  in. and there is no access to the inside of the pipe for welding, the transition must be made by a taper cut on the inside end of the thicker section. See sketch (b). The taper angle shall not be steeper than  $30^\circ$  nor less than  $14^\circ$ .

3) Where the nominal internal offset is more than  $\frac{3}{32}$  in. but does not exceed one-half the thinner section, and there is access to the inside of the pipe for welding, the transition may be made with a tapered weld as shown in sketch (c) of Fig.15 The land on the thicker section must be equal to the offset plus the land on abutting section.

4) Where the nominal internal offset is more than one-half the thinner section and there is access to the inside of the pipe for welding, the transition may be made with a taper cut on the inside end of the thicker section as shown in sketch (b) of Fig.15, or by a combination taper weld to one-half the thinner section and a taper cut from that point as shown in sketch (d) of Fig.15.



### I.1.3 Diameter luar berbeda

- Bila *offset* eksternal tidak melebihi  $\frac{1}{2}$  tebal bagian yang lebih tipis, transisi boleh dibuat dengan pengelasan seperti diperlihatkan pada sketsa (e) gambar 15, asalkan sudut penonjolan permukaan lasan tidak melebihi  $30^\circ$  dan kedua pinggiran *bevelnya* berfusi secara sempurna.
- Bila terdapat *offset* eksternal melampaui  $\frac{1}{2}$  tebal bagian yang lebih tipis, porsi *offset* yang melebihi  $\frac{1}{2} t$  harus ditirus seperti yang ditunjukkan pada sketsa (f) gambar 15.

### I.1.3 Unequal External Diameters

- Where the external offset does not exceed onehalf the thinner section, the transition may be made by welding as shown by sketch (e) of Fig.15, provided the angle of rise of the weld surface does not exceed  $30^\circ$  and both bevel edges are properly fused.
- Where there is an external offset exceeding onehalf the thinner section, that portion of the offset over  $\frac{1}{2} t$  shall be tapered as shown in sketch (f) of Fig.15.

### I.1.4 Diameter luar dan dalam yang berbeda

Bila terdapat *offset* internal dan eksternal, maka desain sambungan harus merupakan kombinasi dari sketsa (a) sampai (f) gambar 15, sebagai contoh adalah sketsa (g). Perhatikan khusus harus diberikan untuk mendapatkan pelurusan yang sempurna dalam kondisi seperti ini. Lihat juga gambar 16 dan Tabel II

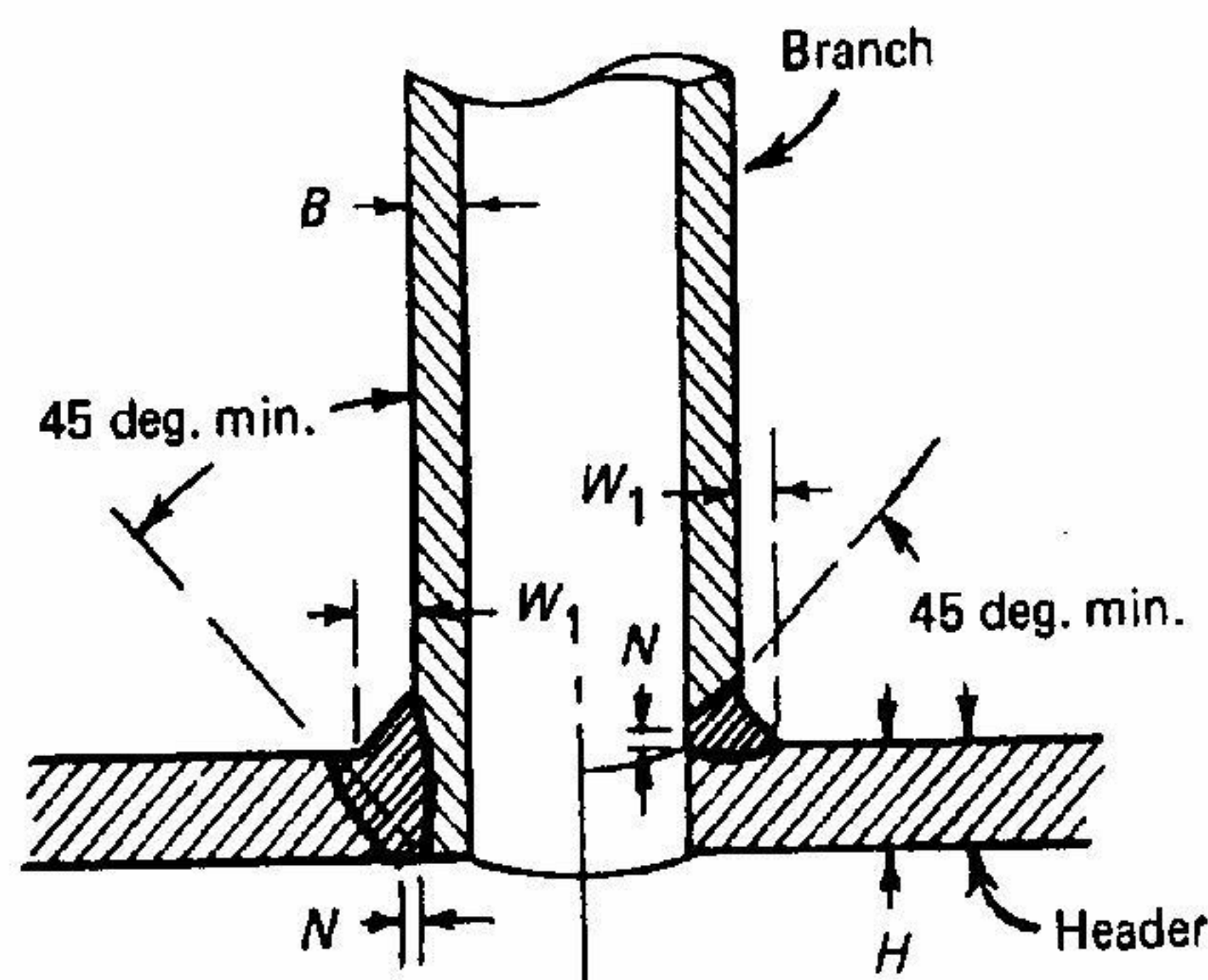
### I.1.4 Unequal Internal and External Diameters

Where there is both an internal and an external offset, the joint design shall be a combination of sketches (a) through (f) of Fig.15, i.e., sketch (g). Particular attention must be paid to proper alignment under these conditions. See also Fig.16 and Table II

### CATATAN UMUM

### GENERAL NOTES

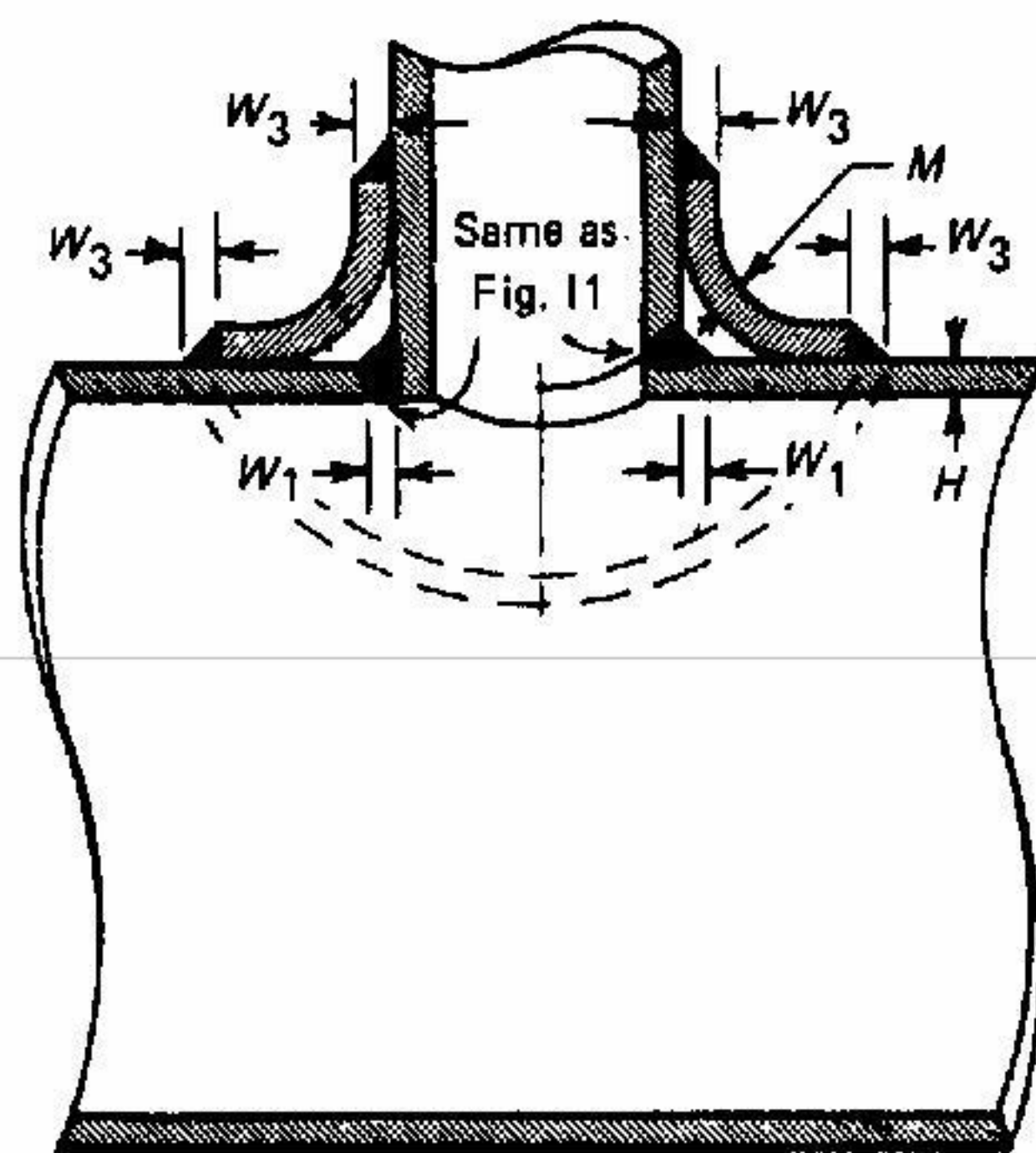
- When a welding saddle is used, it shall be inserted over this type of connection
- $W_1 = \frac{3B}{8}$ , but not less than  $\frac{1}{4}$  in.
- $N = \frac{1}{16}$  in. min.,  $\frac{1}{8}$  in. max., unless back welded or backing strip is used.



Gambar I.1 Detail pengelasan untuk bukaan tidak termasuk penguatan selain *header* dan dinding cabang

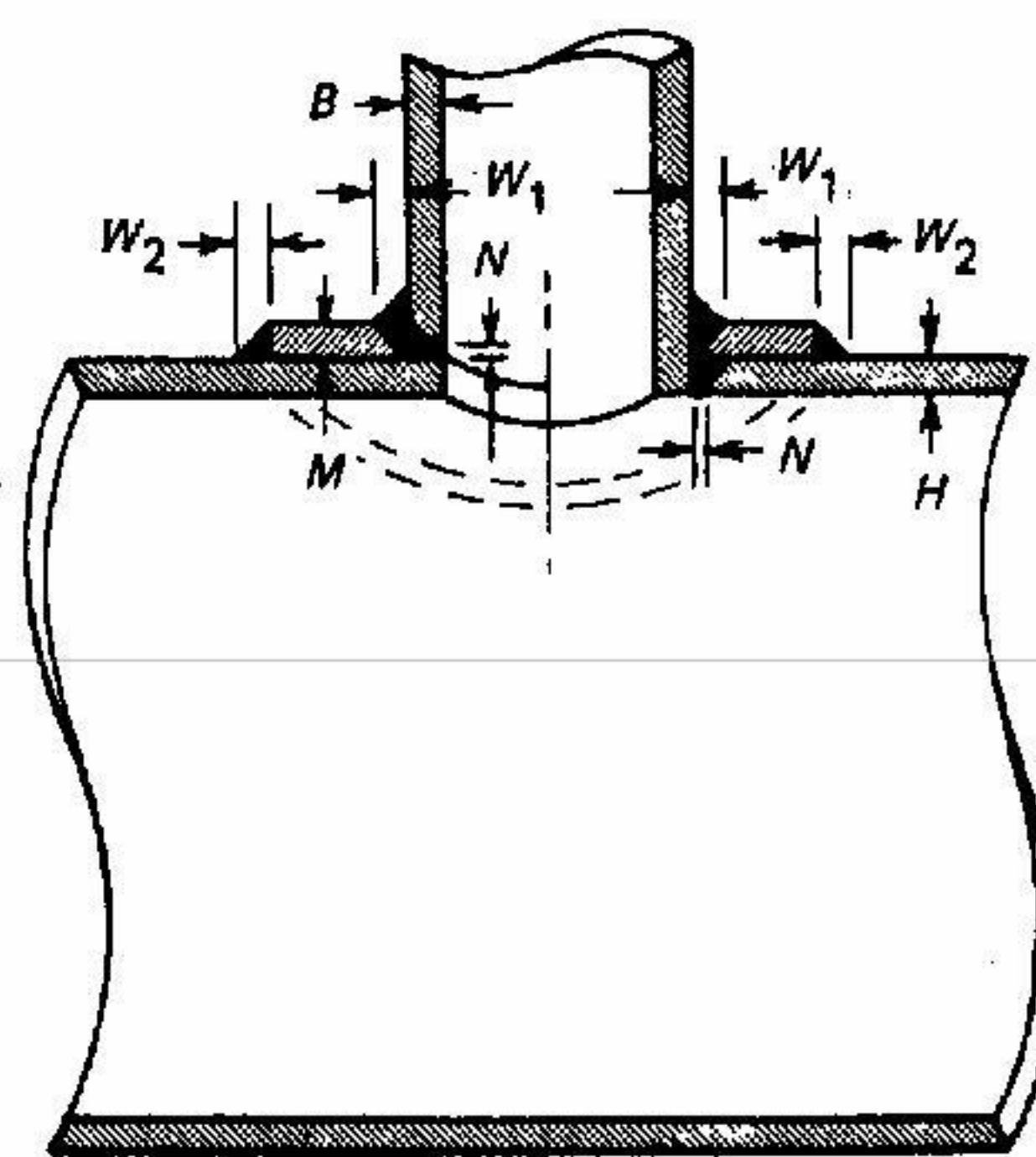
Figure I.1 Welding details for opening without reinforcement other than that in header and branch walls





Saddle

Gambar I.2 Welding details for opening with localized type reinforcement



Pad

Figure I2 Welding details for opening with localized type reinforcement

$W_1 \text{ min.} = 3B/8$ , but not less than  $\frac{1}{4}$  in.

$W_2 \text{ min.} = M/2$ , but not less than  $\frac{1}{4}$  in.

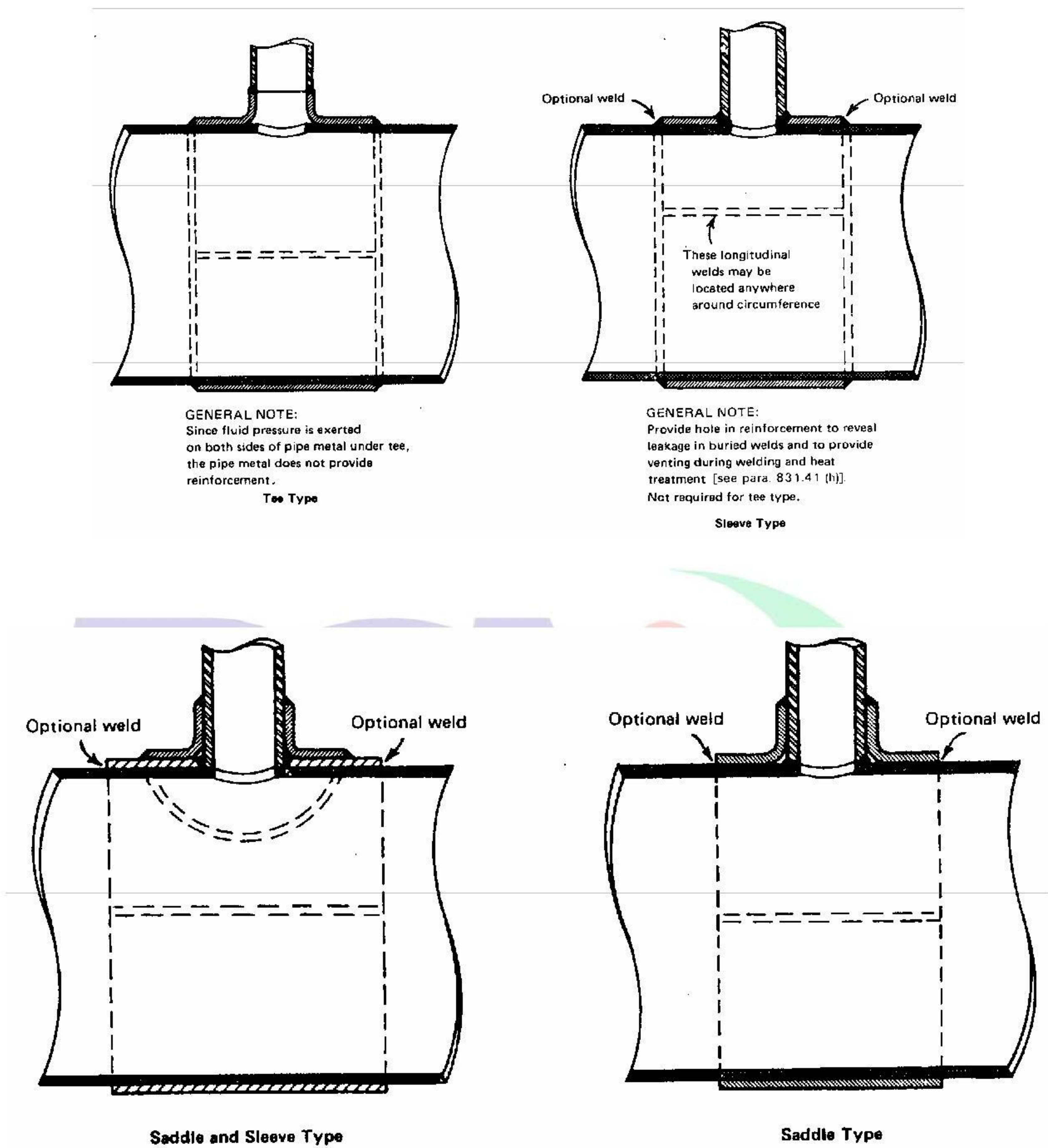
$W_3 \text{ min.} = M$ , but not greater than  $H$

$N = \frac{1}{16}$  in. min., unless back welded or backing strip is used

#### GENERAL NOTES

- All welds to have equal leg dimensions, and minimum throat =  $0.707 \times \text{leg dimension}$
- If  $M$  is thicker than  $H$ , the reinforcing member shall be tapered down to the header wall thickness
- Provide hole in reinforcement to several leakage in buried welds and to provide venting during welding and heat treatment [See para. 3.1.4.1(h)].





Gambar I.3 Detail pengelasan untuk bukaan dengan penguatan tipe *encirclement* komplet

Figure I.3 Welding details for openings with complete with complete *encirclement* types of reinforcement



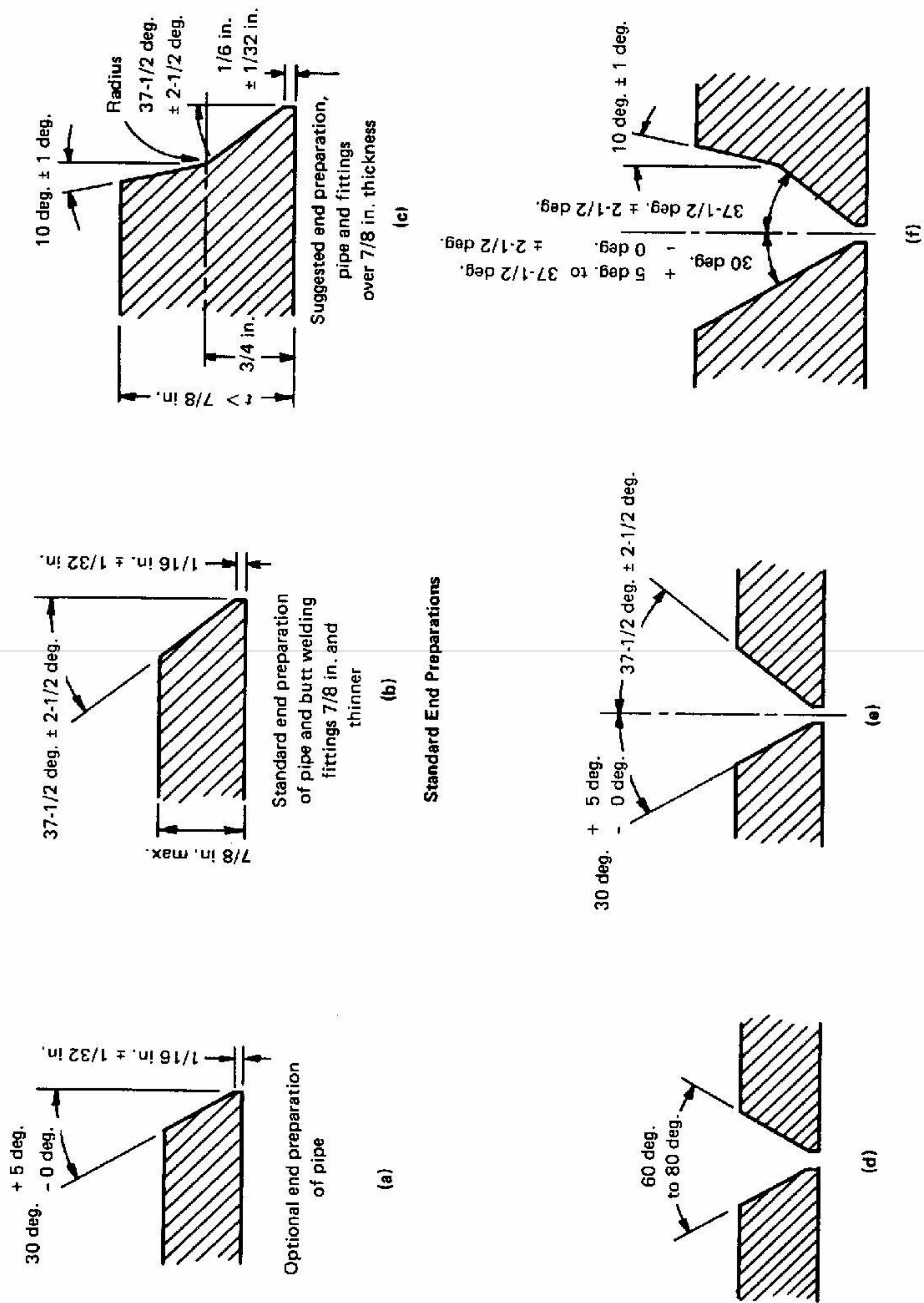
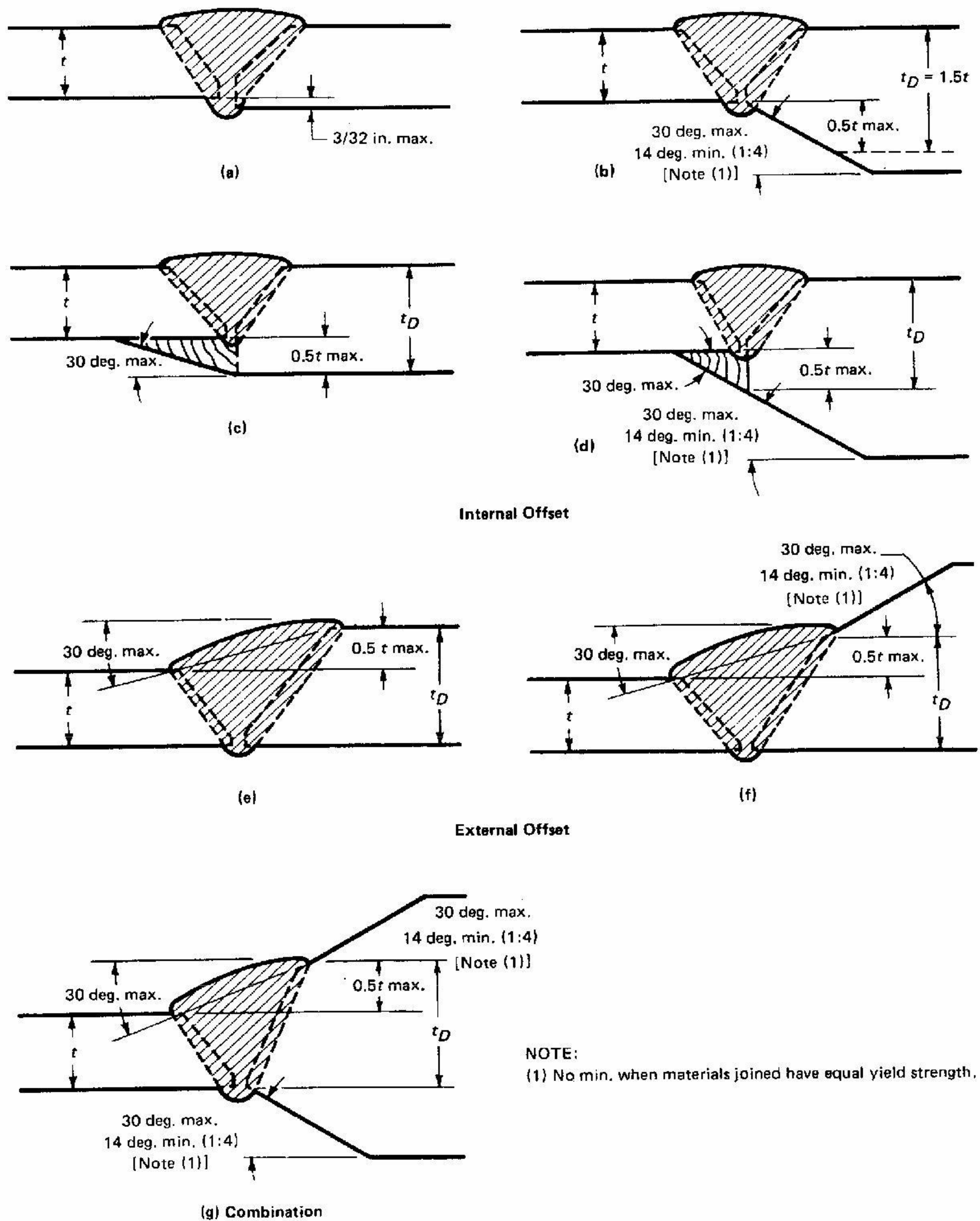


FIG. I4 ACCEPTABLE COMBINATIONS OF PIPE END PREPARATIONS

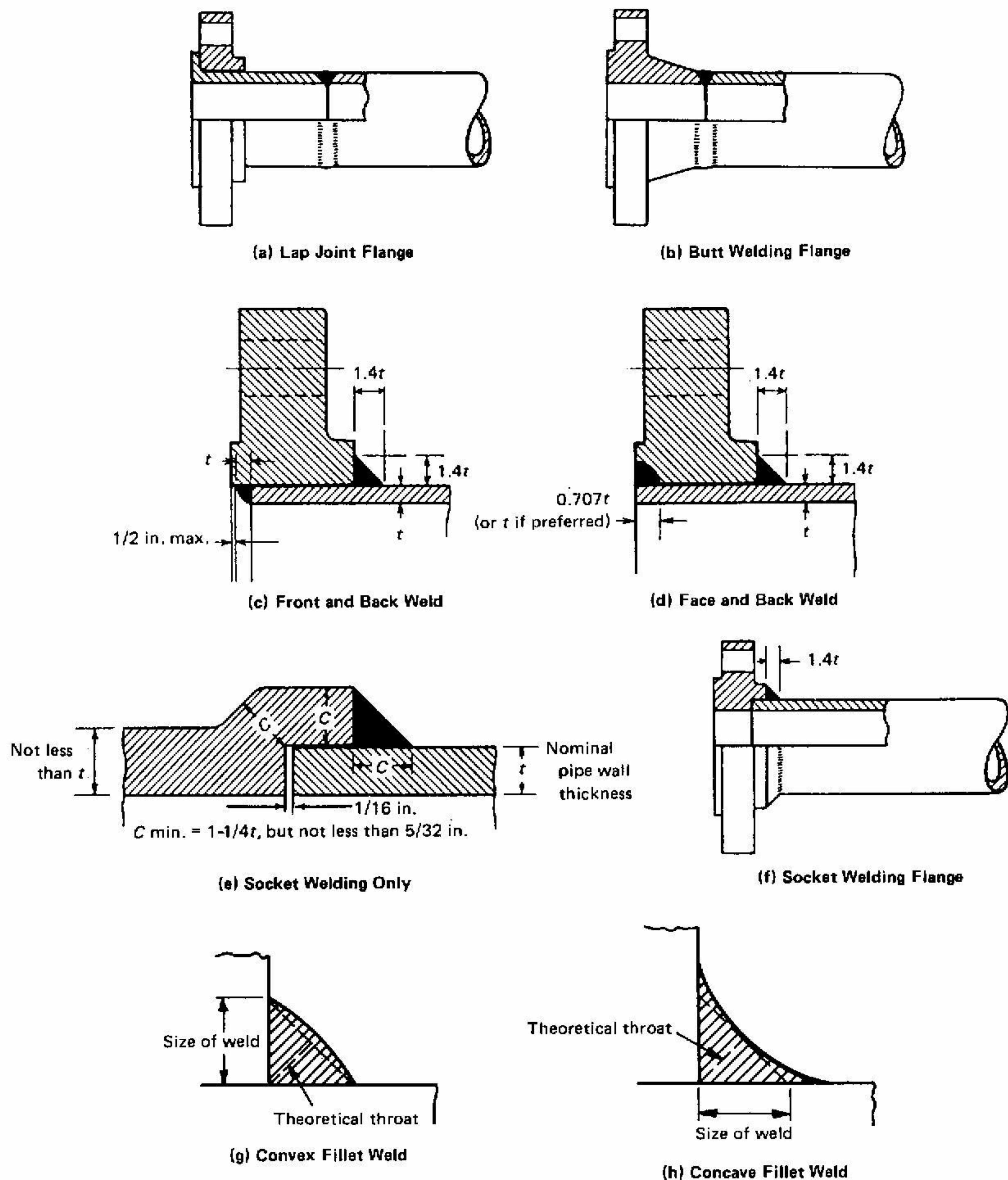




Gambar I.5 Desain berterima untuk ketebalan dinding yang tidak sama

Fig. I5 Acceptable design for unequal wall thickness

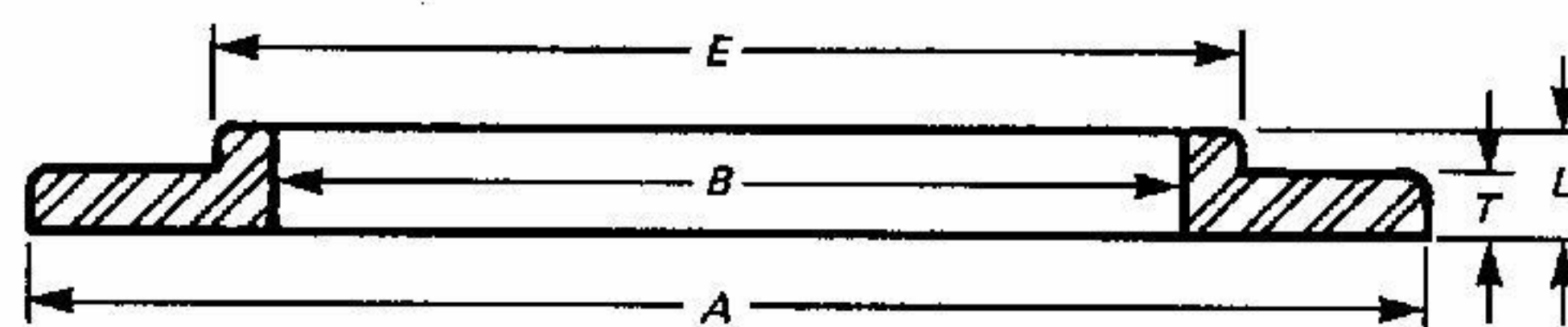




Gambar 1.6 Detail tambahan yang direkomendasikan untuk flensa

Fig. I6 Recommended attachment details of flanges





Tabel I1 Flensa lightweight

Table I1 Lightweight flanges

Nominal Pipe Size	Outside Diameter A	Thickness T	Inside Diameter B	Length of Hub L	Outside Diameter of Hub E	Drilling Template			Approx. Each, lb
						Number of Bolts	Diameter and Length of Bolt Circle	of Bolt Circle	
6	11	$\frac{9}{16}$	6.72	$1\frac{1}{4}$	$7\frac{9}{16}$	8	$\frac{3}{4} \times 2\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{2}$	13
8	$13\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	8.72	$1\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{4}$	8	$\frac{3}{4} \times 2\frac{1}{4}$	$11\frac{3}{2}$	18
10	16	$\frac{11}{16}$	10.88	$1\frac{1}{4}$	12	12	$\frac{7}{8} \times 2\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{4}$	26
12	19	$\frac{11}{16}$	12.88	$1\frac{1}{4}$	$14\frac{3}{8}$	12	$\frac{7}{8} \times 2\frac{1}{2}$	17	42
14	21	$\frac{3}{4}$	14.14	$1\frac{1}{4}$	$15\frac{3}{4}$	12	$1 \times 2\frac{3}{4}$	$18\frac{3}{4}$	44
16	$23\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	16.16	$1\frac{1}{4}$	18	16	$1 \times 2\frac{3}{4}$	$21\frac{1}{4}$	58
18	25	$\frac{3}{4}$	18.18	$1\frac{1}{4}$	$19\frac{7}{8}$	16	$1\frac{1}{8} \times 3$	$22\frac{3}{4}$	59
20	$27\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	20.20	$1\frac{1}{4}$	22	20	$1\frac{1}{8} \times 3$	25	69
22	$29\frac{1}{2}$	1	22.22	$1\frac{3}{4}$	$24\frac{1}{4}$	20	$1\frac{1}{8} \times 3$	25	69
24	32	1	24.25	$1\frac{3}{4}$	$26\frac{1}{8}$	20	$1\frac{1}{4} \times 3\frac{1}{2}$	$29\frac{1}{2}$	113
26	$34\frac{1}{4}$	1	26.25	$1\frac{3}{4}$	$28\frac{1}{2}$	24	$1\frac{1}{4} \times 3\frac{1}{2}$	$31\frac{3}{4}$	126
28	$36\frac{1}{2}$	1	28.25	$1\frac{3}{4}$	$30\frac{1}{2}$	28	$1\frac{1}{4} \times 3\frac{1}{2}$	34	139
30	$38\frac{3}{4}$	1	30.25	$1\frac{3}{4}$	$32\frac{1}{2}$	28	$1\frac{1}{4} \times 3\frac{1}{2}$	36	152
32	$41\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{8}$	32.25	$1\frac{3}{4}$	$34\frac{3}{4}$	28	$1\frac{1}{2} \times 4$	$38\frac{1}{2}$	206
34	$43\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{8}$	34.25	$1\frac{3}{4}$	$36\frac{3}{4}$	32	$1\frac{1}{2} \times 4$	$40\frac{1}{2}$	217
36	46	$1\frac{1}{8}$		$1\frac{3}{4}$	$38\frac{3}{4}$	32	$1\frac{1}{2} \times 4$	$42\frac{3}{4}$	234
38	$48\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{8}$		$1\frac{3}{4}$	$40\frac{3}{4}$	32	$1\frac{1}{2} \times 4$	$45\frac{1}{4}$	264
40	$50\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{8}$		$1\frac{3}{4}$	43	36	$1\frac{1}{2} \times 4$	$47\frac{1}{4}$	280
42	53	$1\frac{1}{4}$		$1\frac{3}{4}$	45	36	$1\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2}$	$49\frac{1}{2}$	328
44	$55\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$		$2\frac{1}{4}$	47	40	$1\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2}$	$51\frac{3}{4}$	349
46	$57\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$		$2\frac{1}{4}$	49	40	$1\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2}$	$53\frac{3}{4}$	363
48	$59\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$		$2\frac{1}{2}$	51	44	$1\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2}$	56	426
50	$61\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{8}$		$2\frac{1}{2}$	53	44	$1\frac{3}{4} \times 4\frac{3}{4}$	$58\frac{1}{4}$	451
52	64	$1\frac{3}{8}$		$2\frac{1}{2}$	55	44	$1\frac{3}{4} \times 4\frac{3}{4}$	$60\frac{1}{2}$	477
54	$66\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$		$2\frac{1}{2}$	57	44	$1\frac{3}{4} \times 4\frac{3}{4}$	$62\frac{3}{4}$	504
60	73	$1\frac{1}{2}$		$2\frac{3}{4}$	63	52	$1\frac{3}{4} \times 5$	$69\frac{1}{4}$	643
66	80	$1\frac{1}{2}$		$2\frac{3}{4}$	69	52	$1\frac{3}{4} \times 5$	76	754
72	$86\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$		$2\frac{3}{4}$	75	60	$1\frac{3}{4} \times 5$	$2.1\frac{1}{2}$	846

## GENERAL NOTES

- (a) Lightweight flanges are flat-faced and designed for use with full-face gasket or asbestos sheet gasket extending to the bolt holes
- (b) Maximum pressure for lightweight flanges is 25 psi; drilling is the same as Class 125 standard
- (c) This Table encompasses forged and rolled steel; for further information, refer to ASTM A 105

## NOTE:

- (1) For nominal pipe sizes 36 through 72, the inside diameter, B shall be as specified by the purchaser



## Lampiran J

## Appendix J

## Faktor konversi yang biasa digunakan

## Commonly used conversion factors

Tabel J1 Faktor konversi yang umum digunakan

Table J1 Commonly used conversion factors

Quantity	Conversion	Factor		
Plane angle	deg. to rad	1.745	329	E-02
Length	in. to m	254 <sup>1</sup>		E-02
	ft to m	3.048		E-02
	mile to m	1.609	344 <sup>1</sup>	E+02
Area	in. <sup>2</sup> to m <sup>2</sup>	6.451	600 <sup>1</sup>	E-04
	ft <sup>2</sup> to m <sup>2</sup>	9.290	304 <sup>1</sup>	E-02
Volume	ft <sup>3</sup> to m <sup>3</sup>	2.3.1	685	E-02
	U.S. gal to m <sup>3</sup>	3.785	412	E-03
	in. <sup>3</sup> to m <sup>3</sup>	1.638	706	E-05
	oz (fluid, U.S.) to m <sup>3</sup>	2.957	353	E-05
	liter to m <sup>3</sup>	1.000	000	E-03
Velocity	ft/min to m/s	5.08 <sup>1</sup>		E-03
	ft/sec to m/s	3.048 <sup>1</sup>		E-01
	km/h to m/s	2.777	778	E-01
	mi/hr to m/s	4.470	4 <sup>1</sup>	E-01
	mi/hr to km/h	1.609	344 <sup>1</sup>	E+00
Mass	oz (avoir) to kg	2.834	952	E-02
	lb (avoir) to kg	4.535	924	E-01
	slug to kg	1.459	390	E+01
Acceleration	ft/sec <sup>2</sup> to m/s <sup>2</sup>	3.048 <sup>1</sup>		E-01
	std. grav. to m/s <sup>2</sup>	9.1.8	65 <sup>1</sup>	E+00
Force	kgf to N	9.1.8	65 <sup>1</sup>	E+00
	lbf to N	4.448	222	E+00
	poundal to N	1.382	550	E-01
Bending, torque	kgf.m to N.m	9.1.8	65 <sup>1</sup>	E+00
	lbf-in to N.m	1.129	848	E-01
	lbf-ft to N.m	1.355	818	E+00



Tabel J1 Faktor konversi yang umum digunakan (sambungan)

Table J1 Commonly used conversion factors (cont'd)

Quantity	Conversion	Factor		
Pressure	psi to bar	6.894	757	E-02
	Pa to bar	1.000		E-05
	kPa to bar	1.000		E-02
Stress <sup>1</sup>	psi to Mpa	6.894	757	E-03
	kips/in. <sup>2</sup> to Mpa	6.894	757	E+00
	N/mm <sup>2</sup> to Mpa	1.000		E+00
Energy, work	Btu (IT) to J	1.055	056	E+03
	Calorie (IT) to J	4.186	8 <sup>1</sup>	E+00
	lbf-ft to J	1.355	818	E+00
Power	hp (550 ft lbf/sec) to W	7.456	999	E+02
Temperature	°C to K	$t_k = t_c + 273.15$		
	°F to K	$t_k = (t_f + 459.67)/1.8$		
	°F to °C	$t_c = (t_f - 32)/1.8$		
Temperature interval	°C to K	1.0 <sup>1</sup>		E+00
	°F to K or °C	5.555	556	E-01

## GENERAL NOTE

(a) For other commonly used conversion factors, refer to ASTM E 380.

(b) The factors are written as a number greater than one and less than 10 with six or less decimal places.

The number is followed by the letter E (for exponent), a plus or minus symbol, and two digits that indicate the power of 10 by which the number must be multiplied to obtain the correct value.

For example,

$$1.745\,329\text{ E-02 is } 1.745\,329 \times 10^{-2} \text{ or } 0.017\,453\,29$$

## NOTE

(1) Relationships that are exact in terms of the base units.



Tabel J2 Daftar unit SI untuk digunakan dengan B31.8 code

Table J2 List of SI units for use with B31.8 code

Quantity	Unit <sup>1</sup>	Symbol	Other Units or Limitations
<b>Space and Time</b>			
plane angle	radian	rad	degree (decimalized)
solid angle	steradian	sr	...
length	meter	m	nautical mile (navigation only)
area	square meter	m <sup>2</sup>	...
volume	cubic meter	m <sup>3</sup>	liter (L) for liquid only (limit use to L and mL) (cc shall not be used)
time	second	s	minute (min), hour (h), day (d), week, and year
angular velocity	radian per second	rad/s	...
velocity	meter per second	m/s	kilometer per hour (km/h) for vehicle speed, knot for navigation only
<b>Periodic and Related Phenomena</b>			
frequency	hertz	Hz	(hertz = cycle per second)
rotational speed	radian per second	Rad/s	rev. per second (r/s), rev. per minute (r/min)
<b>Mechanic</b>			
mass	kilogram	kg	...
density	kilogram per cubic meter	kg/m <sup>3</sup>	...
momentum	kilogram meter per second	kg.m/s	...
moment of momentum	kilogram square meter per second	kg.m <sup>2</sup> /s	...
angular momentum	kilogram square meter per second	kg.m <sup>2</sup> /s	...
acceleration	meter per second squared	m/s <sup>2</sup>	...
moment of inertia	kilogram square meter	kg.m <sup>2</sup>	...
force	newton	N	...
moment of force (torque)	newton meter	N.m	...
pressure	bar	bar	(pascal = newton per square meter)
stress	megapascal	MPa	...
viscosity (dynamic)	pascal-second	Pa.s	...
viscosity (kinematic)	square meter per second	m <sup>2</sup> /s	...
surface tension	newton per meter	N/m	...
energy, work	joule	J	kilowatt-hour (kW-h)
power	watt	W	...
impact strength		J	...



<b>Heat</b>	joule			
Temperature:thermo dynamic.(Note2)	kelvin	K	degree Celcius (°C)	
temperature-other than thermodynamic.(Note2)	degree Celcius	°C	kelvin	
linear expansion coefficient	meter per meter-kelvin	$k^{-1}$	°C <sup>-1</sup> ; mm/(mm.K)	
quantity of heat	joule	J	...	...
heat flow rate	watt	W	...	...
density of heat flow rate	watt per meter squared	W/m <sup>2</sup>	...	...
thermal conductivity	watt per meter-kelvin	W/(m.K)	W/(m.°C)	
coefficient of heat transfer	watt per meter-squared-kelvin	W/(m <sup>2</sup> .K)	W/(m <sup>2</sup> .°C)	
heat capacity specific	joule per kelvin	J/K	J/°C	
capacity heat	joule per kilogram-kelvin	J/(kg.K)	J/(kg.°C)	
specific energy	joule per kilogram	J/Kg	...	...
specific enthalpy	kilojoule per kilogram	kJ/kg	...	...
specific entropy	kilojoule per kilogram	kJ/(K.kg)	...	...
heat rate	kilojoule per kelvin-kilogram	kJ/(kW.s)	...	...
	kilojoule per kilowatt second			
<b>Electric and Magnetism</b>				
electric current	ampere	A	...	...
electric charge	coulomb	C	...	...
volume density of charge	coulomb per meter cubed	C/m <sup>3</sup>	...	...
surface density of charge	coulomb per meter squared	C/m <sup>2</sup>	...	...
electric field strength	volt per meter	V/m	...	...
electric potential			...	...
capacitance	volt	V	...	...
current density	farad	F	...	...
	ampere per meter squared	A/m <sup>2</sup>	...	...
mag. field strength	ampere per meter	A/m	...	...
mag. flux density	meter	T	...	...
magnetic flux	tesla	Wb	...	...
self inductance	weber	H	...	...
permeability	henry	H/m	...	...
magnetization	henry per meter	A/m	...	...
	ampere per meter			



## NOTES

- 1) Conversion factors between SI units and U.S. customary are given in ASTM E 380.
- 2) Preferred use for temperature and temperature interval is degrees Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), except for thermodynamic and cryogenic work where kelvins may be more suitable. For temperature interval,  $1\text{K} = 1^{\circ}\text{C}$  exactly.





## Lampiran K

## Appendix K

### Kriteria untuk perlindungan katodik

### Criteria for cathodic protection

#### 6.1 Pendahuluan

#### 6.1 Introduction

**6.1.1** Maksud lampiran ini adalah menyusun daftar kriteria untuk perlindungan katodik, yang bila dipenuhi baik secara terpisah maupun kolektif, akan menunjukkan bahwa perlindungan katodik yang memadai pada suatu sistem metalik dalam elektrolitnya telah dicapai.

**6.1.1** The purpose of this Appendix\* is to list criteria for cathodic protection which, when complied with either separately or collectively, will indicate that adequate cathodic protection of a metallic system in its electrolyte has been achieved.

#### 6.2 Umum

#### 6.2 General

**6.2.1** Tujuan penggunaan perlindungan katodik adalah mengontrol korosi permukaan metalik yang bersentuhan dengan elektrolit.

**6.2.1** The objective of using cathodic protection is to control the corrosion of metallic surfaces in contact with electrolyte.

**6.2.2** Seleksi suatu kriteria tertentu untuk mencapai tujuan dalam butir 6.2.1 tergantung, sebagian, pada pengalaman yang telah lalu dengan bangunan dan lingkungan yang sejenis dimana kriteria atau standar telah digunakan dengan sukses.

**6.2.2** The selection of a particular criterion for achieving the objective in 6.2.1 depends, in part, upon past experience with similar structures and environments wherein the criterion has been used successfully.

**6.2.3** Kriteria dalam butir 6.3 telah dikembangkan melalui percobaan laboratorium atau ditentukan secara empiris melalui penilaian data yang diperoleh dari sistem proteksi katodik yang telah dioperasikan dengan sukses. Dalam hal ini tidak dimaksudkan bahwa perusahaan pengelola akan dibatasi pada kriteria ini jika dapat mendemonstrasikan dengan cara lain bahwa pengendalian korosi telah dicapai.

**6.2.3** The criteria in Section 6.3 have been developed through laboratory experiment or empirically determined by evaluating data obtained from successfully operated cathodic protection systems. It is not intended that the operating company\* be limited to these criteria if it can be demonstrated by other means that the control of corrosion has been achieved.

**6.2.4** Pengukuran voltase pada pipa penyalur dilakukan dengan menempatkan elektroda acuan pada permukaan elektrolit sedekat mungkin dengan permukaan bangunan yang sedang diperiksa. Pertimbangan harus diberikan pada turunnya voltase (IR) selain dari turunnya voltase yang melintasi batas pemisah struktur elektrolit, adanya logam yang tidak sejenis, dan pengaruh bangunan lainnya untuk interpretasi yang sah pada pengukuran voltase.

**6.2.4** Voltage measurements on pipelines are to be made with the reference electrode located on the electrolyte surface as close as feasible to the structure surface being investigated. Consideration shall be given to voltage (IR) drops other than those across the structure-electrolyte boundary, the presence of dissimilar metals, and the influence of other structures for valid interpretation of voltage measurements.\*



**6.2.5** Tidak ada satupun kriteria dalam penilaian efektivitas perlindungan katodik yang terbukti memuaskan untuk semua kondisi. Seringkali suatu kriteria kombinasi diperlukan untuk suatu bangunan tunggal.

**6.2.5** No one criterion for evaluating the effectiveness of cathodic protection has proven to be satisfactory for all conditions. Often a combination of criteria is needed for a single structure.

### 6.3 Kriteria

### 6.3 Criteria

#### 6.3.1 Bangunan baja dan besi cor

#### 6.3.1 Steel and cast iron structures

**6.3.1.1** Suatu voltase (katodik) negatif sekurang-kurangnya 0.85 volt yang diukur antara permukaan bangunan dan elektroda acuan tembaga kupro sulfat jenuh yang bersentuhan dengan elektrolit. Penentuan voltase ini harus dibuat dengan penggunaan arus protektif.

**6.3.1.1** A negative (cathodic) voltage of at least 0.85 volt as measured between the structure surface and a saturated copper-copper sulfate reference electrode contacting the electrolyte. Determination of this voltage is to be made with the protective current applied.

**6.3.1.2** Perubahan voltase (katodik) negatif minimum 300 millivolt, dihasilkan oleh penggunaan arus protektif. Perubahan voltase diukur antara permukaan bangunan dan elektroda acuan tembaga kupro sulfat jenuh yang kontak dengan elektrolit. Kriteria perubahan voltase ini berlaku untuk bangunan yang tidak bersentuhan dengan logam yang tidak sama.

**6.3.1.2** A minimum negative (cathodic) voltage shift of 300 millivolts, produced by the application of protective current. The voltage shift is measured between the structure surface and a saturated copper-copper sulfate reference electrode contacting the electrolyte. This criterion of voltage shift applies to structures not in contact with dissimilar metals.

**6.3.1.3.1** Suatu perubahan voltase polarisasi (katodik) negatif minimum 100 millivolt diukur antara permukaan bangunan dan elektroda acuan tembaga-kupro sulfat jenuh yang kontak dengan elektrolit. Perubahan voltase polarisasi ditentukan dengan cara menginterupsi arus protektif dan mengukur penyimpangan polarisasi. Sewaktu arus diinterupsi, perubahan voltase langsung akan terjadi. Pembacaan voltase setelah perubahan tersebut, harus digunakan sebagai dasar pembacaan dalam pengukuran penyimpangan polarisasi.

**6.3.1.3.1** A minimum negative (cathodic) polarization voltage shift of 100 millivolts measured between the structure surface and a saturated copper-copper sulfate reference electrode contacting the electrolyte. This polarization voltage shift is to be determined by interrupting the protective current and measuring the polarization decay. When the current is initially interrupted, an immediate voltage shift will occur. The voltage reading after the immediate shift, shall be used as the base reading from which to measure polarization decay.

**6.3.1.4** Voltase struktur-ke-elektrolit sekurang-kurangnya sebesar voltase negatif (katodik) yang semula ditetapkan pada permulaan dari segmen Tabel kurva E log I. Voltase bangunan ke elektrolit harus diukur antara permukaan struktur dan elektroda acuan tembaga kupro sulfat jenuh yang bersentuhan dengan elektrolit pada lokasi yang sama di mana pengukuran voltase telah dilakukan untuk memperoleh kurva E log I.

**6.3.1.4** A structure-to-electrolyte voltage at least as negative (cathodic) as that originally established at the beginning of the Tafel segment of the E log I curve. This structure to electrolyte voltage shall be measured between the structure surface and a saturated copper-copper sulfate reference electrode contacting the electrolyte at the same location where voltage measurements were taken to obtain the E log I curve.



**6.3.1.5** Arus protektif bersih dari elektrolit ke permukaan bangunan sebagaimana yang diukur dengan cara penggunaan teknik arus bumi pada titik-titik (anodik) muatan arus yang telah ditentukan sebelumnya pada bangunan tersebut.

### 6.3.2 Struktur aluminium

**6.3.2.1** Perubahan voltase negatif (katodik) minimum 150 millivolt, dihasilkan dari penggunaan arus protektif. Perubahan voltase diukur antara permukaan bangunan dan elektroda acuan tembaga kupro sulfat jenuh yang bersentuhan dengan elektrolit. Lihat catatan tindakan pencegahan dalam butir 6.3.2.3 dan 6.3.2.4.

**6.3.2.2** Suatu perubahan voltase polarisasi (katodik) negatif minimum 100 millivolt, diukur antara permukaan bangunan dan elektroda acuan tembaga kupro sulfat jenuh yang bersentuhan dengan elektrolit. Perubahan voltase polarisasi ditentukan dengan cara menginterupsi arus protektif dan mengukur penyimpangan polarisasi. Sewaktu arus diinterupsi, perubahan voltase langsung akan terjadi. Lihat catatan tindakan pencegahan dalam butir 6.3.2.3 dan 6.3.2.4.

**6.3.2.3 Catatan tindakan pencegahan** - Voltase yang Berlebihan : Walaupun ada kriteria minimum alternatif pada butir 6.3.2.1 dan 6.3.2.2, aluminium, jika dilindungi secara katodik pada voltase yang melebihi 1,2 volt yang diukur antara permukaan bangunan dan elektroda acuan tembaga kupro sulfat jenuh yang bersentuhan dengan elektrolit dan dikompensasikan untuk turunnya voltase (JR) selain daripada voltase yang melintasi batas pemisah struktur elektrolit, boleh mengalami korosi yang disebabkan oleh endapan alkali pada permukaan logam Voltase yang melebihi 1,2 volt hendaknya tidak digunakan kecuali jika hasil tes terdahulu menunjukkan tidak akan terjadi korosi yang cukup berarti dalam lingkungan tersebut.

**6.3.1.5** A net protective current from the electrolyte into the structure surface as measured by an earth current technique applied at predetermined current discharge (anodic) points of the structure.

### 6.3.2 Aluminum structures

**6.3.2.1** A minimum negative (cathodic) voltage shift of 150 millivolts, produced by the application of protective current. The voltage shift is measured between the structure surface and a saturated copper-copper sulfate reference electrode contacting the electrolyte. See precautionary notes in 6.3.2.3 and 6.3.2.4.

**6.3.2.2** A minimum negative (cathodic) polarization voltage shift of 100 millivolts, measured between the structure surface and a saturated copper copper sulfate reference electrode contacting the electrolyte. This polarization voltage shift is to be determined by interrupting the protective current and measuring polarization decay. When the current is initially interrupted, an immediate voltage shift will occur. The voltage reading after the immediate shift shall be used as the base reading from which to measure polarization decay. See precautionary notes in 6.3.2.3 and 6.3.2.4.

**6.3.2.3 Precautionary note** - Excessive Voltages: Notwithstanding the alternative minimum criteria in 6.3.2.1 and 6.3.2.2, aluminum, if cathodically protected at voltages in excess of 1.20 volts measured between the structure surface and a saturated copper-copper sulfate reference electrode contacting the electrolyte and compensated for the voltage (IR) drops other than those across the structure-electrolyte boundary, may suffer corrosion resulting from the buildup of alkali on the metal surface. A voltage in excess of 1.20 volts should not be used unless previous test results indicate no appreciable corrosion will occur in the particular environment.



**6.3.2.4 Catatan tindakan pencegahan** - Kondisi Tanah yang Bersifat Alkali; Karena aluminium mungkin mengalami korosi pada kondisi pH tinggi dan karena penggunaan perlindungan katodik cenderung menaikkan pH pada permukaan logam, maka pemeriksaan atau pengetesan secara cermat hendaknya dilakukan sebelum menggunakan perlindungan katodik untuk menghentikan serangan korosi lubang pada bangunan aluminium dalam lingkungan dengan pH natural lebih dari 8.0.

### 6.3.3 Struktur tembaga

**6.3.3.1** Suatu pergantian voltase polarisasi (katodik) negatif minimum 100 milli-volt diukur antara permukaan bangunan dan elektrode acuan tembaga-kupro sulfat jenuh yang kontak dengan elektrolit. Perubahan voltase polarisasi ditentukan dengan menginterupsi arus protektif dan mengukur penyimpangan polarisasi. Sewaktu arus diinterupsi, pergantian voltase langsung akan terjadi. Pembacaan voltase setelah penggantian langsung harus digunakan sebagai dasar pembacaan dalam mengukur penyimpangan polarisasi.

### 6.3.4 Struktur logam yang tidak sejenis

**6.3.4.1** Suatu voltase (katodik) negatif, antara semua permukaan bangunan dan elektroda acuan tembaga kupro sulfat jenuh yang kontak dengan elektrolit, sama dengan yang disyaratkan untuk hampir semua logam anodik hendaknya dipertahankan. Jika bangunan *amphoteric* digunakan dan dapat dirusak oleh alkalinitas tinggi (lihat catatan tindakan pencegahan butir 6.3.2.3 dan 6.3.2.4), maka bangunan tersebut hendaknya diisolasi secara elektrik dengan flensa insulasi atau yang sejenis.

## 6.4 Elektroda acuan alternatif

**6.4.1** Elektroda acuan standar lainnya dapat disubstitusi untuk elektroda acuan tembaga kupro sulfat jenuh. Dua elektroda yang biasa digunakan tercantum di bawah ini bersama dengan ekuivalen voltasenya hingga -0,85 volt yang mengacu pada elektroda acuan tembaga kupro sulfat jenuh:

**6.3.2.4 Precautionary note** - Alkaline Soil Conditions: Since aluminum may suffer from corrosion under high pH conditions and since application of cathodic protection tends to increase the pH at the metal surface, careful investigation or testing should be made before applying cathodic protection to stop pitting attack on aluminum structures in environments with a natural pH in excess of 8.0.

### 6.3.3 Copper structures

**6.3.3.1** A minimum negative (cathodic) polarization voltage shift of 100 millivolts measured between the structure surface and saturated copper-copper sulfate reference electrode in the electrolyte. This polarization voltage shift is to be determined by interrupting the protective current and measuring the polarization decay. When the current is initially interrupted, immediate voltage shift will occur. The voltage reading after the immediate shift shall be used as the base reading from which to measure polarization decay.

### 6.3.4 Dissimilar metal structure

**6.3.4.1** A negative (cathodic) voltage, between all structure surfaces and a saturated copper copper sulfate reference electrode contacting the electrolyte, equal to that required for the most anodic metal should be maintained. If amphoteric structures are involved that could be damaged by high alkalinity (see precautionary notes in 6.3.2.3 and 6.3.2.4), they should be electrically isolated with insulating flanges or the equivalent.

## 6.4 Alternative reference electrodes

**6.4.1** Other standard reference electrodes may be substituted for the saturated copper copper sulfate reference electrodes. Two commonly used electrodes are listed below along with their voltage equivalent to -0.85 volt referred to saturated copper copper sulfate reference electrode:



**6.4.1.1** Elektrode acuan KCL *calomel* jenuh 0,78 volt

**6.4.1.1** Saturated KCl calomel reference electrode: -0.78 volt.

**6.4.1.2** Elektroda acuan elektroda perak-perak chlorida digunakan dalam air laut 0,80 volt.

**6.4.1.2** Silver-silver chloride reference electrode used in sea water: -0.80 volt.

**6.4.2** Sebagai tambahan terhadap elektroda acuan standar, suatu material atau bangunan metalik alternatif boleh digunakan sebagai pengganti elektroda acuan tembaga kupro sulfat jenuh jika stabilitas dari potensial elektrodanya dapat dijamin, dan jika ekuivalen voltasenya mengacu pada elektroda acuan tembaga kupro sulfat jenuh telah ditetapkan.

**6.4.2** In addition to these standard reference electrodes, an alternative metallic material or structure may be used in place of the saturated copper copper sulfate reference electrode if the stability of its electrode potential is assured and if its voltage equivalent referred to a saturated copper-copper sulfate reference electrode is established.

## **6.5 Pertimbangan khusus**

## **6.5 Special considerations**

**6.5.1** Kasus-kasus khusus, seperti arus sesat dan gradien listrik sesat, mungkin ada dan memerlukan penggunaan kriteria yang berbeda dari kriteria yang tercantum di atas. Pengukuran kehilangan dan kenaikan arus pada bangunan dan pelacakan arus dalam elektrolit telah dimanfaatkan dalam kasus ini.

**6.5.1** Special cases, such as stray currents and stray electrical gradients, may exist which require the use of criteria different from those listed above. Measurements of current loss and gain on the structure and current tracing in the electrolyte have been useful in such cases.

**6.5.2** Kondisi abnormal kadang-kadang ada bilamana perlindungan tidak efektif atau hanya sebagian saja yang efektif. Kondisi demikian dapat termasuk kenaikan suhu, melekgannya pelapis, pelindung, serangan bakteri, dan kontaminasi tidak biasa dalam elektrolit.

**6.5.2** Abnormal conditions sometimes exist where protection is ineffective or only partially effective. Such conditions may include elevated temperatures, disbonded coatings, shielding, bacterial attack, and unusual contaminants in the electrolyte.



## Lampiran L

## Appendix L

**Penentuan sisa kekuatan pipa yang terkorosi**

Untuk pipa penyalur baja yang beroperasi pada 40% kuat luluh minimum spesifikasi atau lebih, kekuatan sisa pipa yang terkorosi dapat dihitung dengan analisis berikut.

- a) Tentukan dalamnya korosi  $d$  (Lihat Gbr. LI). Jika  $d$  kurang dari 10%  $t$  (tebal dinding nominal), penurunan TOMB tidak perlu dilakukan. Jika  $d$  lebih besar dari 80%  $t$ , segmen yang rusak hendaknya dbuang.

- b) Tentukan panjang efektif  $L$  dari korosi sepanjang sumbu longitudinal.

- c) Kalkulasi faktor  $A$  non dimensi.

$$A = 0.893 L / \sqrt{Dt}$$

dimana

$D$  adalah diameter luar nominal pipa, inci.

- d) Untuk nilai  $A$  lebih kecil atau sama dengan 4.0,

$$P' = 1.1P \left( \frac{1 - \frac{2d}{3t}}{1 - \frac{2}{3} \frac{d}{t\sqrt{A}}} \right)$$

Di mana

$P'$  adalah tekanan aman maksimum untuk area terkorosi, psig.

$P$  adalah yang terbesar dari tekanan desain (tidak termasuk faktor sambungan) atau TOMB yang ditetapkan, psig, kecuali itu  $P'$  tidak boleh melebihi  $P$ .

- e) Untuk nilai  $A$  lebih besar dari 4.0,  
 $P' = 1.1P (1 - d/t)$ ,  
 kecuali itu  $P'$  tidak boleh melebihi  $P$ .

**Determination of remaining strength of corroded pipe**

For steel pipelines operating at or above 40% of the specified minimum yield strength, the remaining strength of corroded pipe may be determined by the following analysis.

- a) Determine depth of corrosion  $d$  (See Fig. LI.) If  $d$  is less than 10% of  $t$ , the nominal wall thickness, no reduction in MAOP need be considered. If  $d$  is greater than 80% of  $t$  consideration should be given to removing the affected segment from service.

- b) Determine the effective length  $L$  of corrosion along the longitudinal axis.

- c) Calculate the nondimensional factor  $A$ .

where

$D$  = nominal O.D. of the pipe, in.

- d) For values of  $A$  less than or equal to 4.0,

where

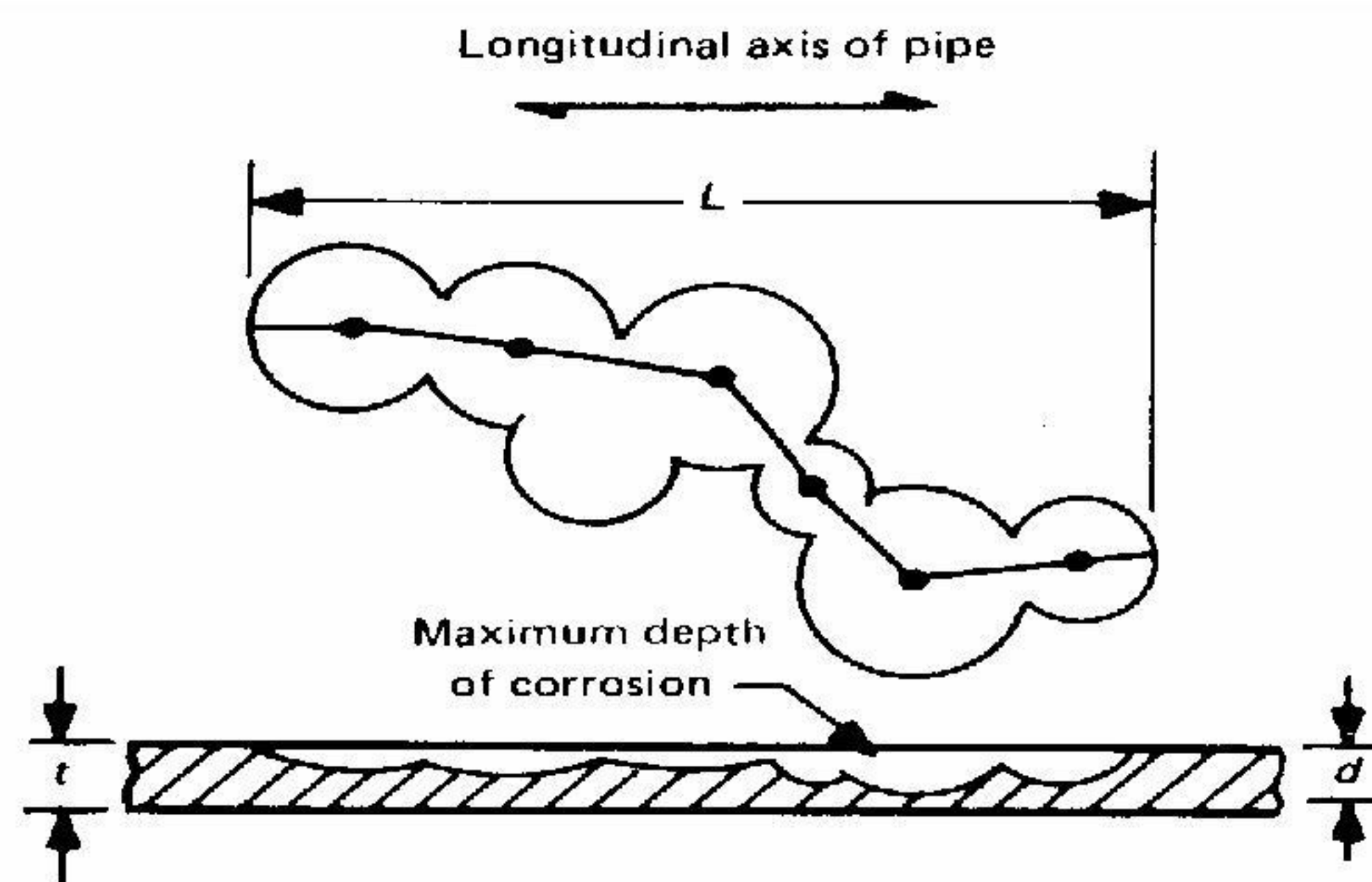
$P'$  is the safe maximum pressure for the corroded area, psig

$P$  is the greater of either the design pressure (excluding the joint factor) or the established MAOP, psig  
 except that  $P'$  may not exceed  $P$

- e) For values of  $A$  greater than 4.0,  
 $P' = 1.1P (1 - d/t)$   
 except that  $P'$  may not exceed  $P$



- f) Jika TOMB yang ditetapkan sama atau kurang dari  $P'$ , daerah yang terkorosi boleh dioperasikan pada TOMB nya bila dilindungi terhadap korosi lebih lanjut. Jika  $P$  lebih besar dari  $P'$ , TOMB hendaknya diturunkan sedemikian rupa sehingga  $P$  tidak melebihi  $P'$ , atau daerah yang terkorosi hendaknya direparasi dengan salah satu metoda yang ditentukan dalam butir 851.4 atau diganti.
- f) If the established MAOP is equal to or less than  $P'$ , the corroded region may remain in service at the MAOP if protected from further corrosion. If it is greater than  $P'$ , the MAOP should be reduced so that  $P'$  is not exceeded, or the corroded region should be repaired by one of the methods prescribed in para. 851.4 or replaced.



Gambar L1 Penentuan sisa kekuatan pipa yang terkorosi

Figure L1 Determination of remaining strength of corroded pipe



## Lampiran M

## Appendix M

## Kriteria pengawasan kebocoran gas

## Gas leakage control criteria

## M.1 Ruang lingkup

Lampiran ini memberikan kriteria tentang pendeteksian, penentuan *grade*, dan pengendalian kebocoran gas.

## M.1 Scope

This Appendix provides criteria for detection, grading, and control of gas leakage.

## M.2 Definisi (berlaku hanya untuk Lampiran ini)

## M.2 Definitions (applicable to this Appendix only)

Bar hole : lubang yang dibuat di dalam tanah atau trotoar untuk tujuan mengetes atmosfer bawah-permukaan tanah dengan CGI '*Combustible Gas Indicator*'.

Bar hole : hole that is made in the soil or paving for the specific purpose of testing the subsurface atmosphere with a CGI.

Bangunan : struktur yang biasanya atau sewaktu-waktu dimasuki orang untuk kegiatan bisnis, tempat tinggal, atau untuk penggunaan lain dan di mana gas dapat berakumulasi.

Building : any structure which is normally or occasionally entered by humans for business, residential, or other purposes, and in which gas could accumulate.

*Combustible Gas Indicator (CGI)* : alat yang mampu mendeteksi dan mengukur konsentrasi gas dari gas yang sedang ditransportasikan dalam atmosfer.

Combustible gas indicator (CGI) : device capable of detecting and measuring gas concentrations of the gas being transported in the atmosphere.

Ruang Terkurung : setiap struktur bawah permukaan tanah seperti *vault*, *catch basin*, atau lubang lalu orang dengan ukuran yang cukup memuat satu orang, dan di mana gas dapat berakumulasi.

Confined space : any subsurface structure, such as vaults, catch basins, or manholes, of sufficient size to accommodate a person, and in which gas could accumulate.

Inspeksi-lanjutan : inspeksi yang dilakukan sesudah reparasi diselesaikan untuk memastikan efektifnya reparasi.

Followup inspection : an inspection performed after a repair has been completed to determine the effectiveness of the repair.

*Gas Associated Substructure* : suatu alat atau fasilitas yang digunakan oleh perusahaan gas seperti boks katup, *vault*, boks tes, atau pipa *casing* yang di-*vent*, yang tidak dimaksudkan untuk disimpan, mentransmisi, atau mendistribusi gas.

Gas associated substructure : a device or facility utilized by a gas company such as a valve box, vault, test box, or vented casing pipe, which is not intended for storing, transmitting, or distributing gas.

*Lower Explosive Limit (LEL)* : batas eksplosif bagian bawah gas yang sedang disalurkan.

LEL : the lower explosive limit of the gas being transported.



Tindakan Cepat : terdiri dari penugasan personil berkualifikasi dengan cepat tanpa menunda waktu untuk kepentingan penilaian dan, bila perlu, mengurangi bahaya yang ada atau yang mungkin terjadi.

Prompt action : consist of dispatching qualified personnel without delay for the purpose of evaluating and, where necessary, abating the existing or probable hazard.

Pembacaan : penyimpangan yang dapat diulang pada CGI atau instrumen sejenis, dinyatakan dalam LEL. Bilamana pembacaan dilakukan pada suatu ruangan terkurung yang tidak *divent*, pertimbangan hendaknya diberikan pada laju dissipation sewaktu ruangan *diventilasi* dan laju akumulasi sewaktu ruangan itu disil ulang.

Reading : a repeatable deviation on a CGI or equivalent instrument, expressed in LEL. Where the reading is in an unvented confined space, consideration should be given to the rate of dissipation when the space is ventilated and the rate of accumulation when the space is resealed.

Substruktur kecil (selain substruktur kecil yang berkaitan dengan gas) : suatu bangunan bawah permukaan tanah yang ukurannya tidak cukup untuk memuat satu orang, seperti misalnya saluran dan konduit telepon dan listrik atau katup dan boks meter yang tidak berkaitan dengan gas, dan di mana gas dapat berakumulasi atau berpindah tempat.

Small substructures (other than gas associated substructures) : any subsurface structures that are of insufficient size to accommodate a person, such as telephone and electrical ducts and conduit or non gas-associated valve and meter boxes, and in which gas could accumulate or migrate.

Terowongan : jalan lalu orang yang cukup besar di bawah permukaan tanah dan di mana gas dapat berakumulasi.

Tunnel : subsurface passageway large enough for a man to enter and in which gas could accumulate.

### M.3 Metoda survei dan uji kebocoran

### M.3 Leakage survey and test methods

(a) Metoda survei dan uji kebocoran berikut dapat digunakan, bila dapat dilakukan secara tunggal atau kombinasi, sesuai dengan prosedur tertulis.

(a) The following gas leakage surveys and test methods may be employed, as applicable, singly or in combination, in accordance with written procedures.

- (1) Survei deteksi gas permukaan
- (2) Survei detektor gas bawah permukaan tanah (termasuk survei bar hole)
- (3) Survei vegetasi
- (4) Uji penurunan tekanan
- (5) Uji kebocoran gelembung
- (6) Uji kebocoran ultrasonik

- (1) Surface gas detection survey
- (2) Subsurface gas detector survey (including bar hole surveys)
- (3) Vegetation survey
- (4) Pressure drop test
- (5) Bubble leakage test
- (6) Ultrasonic leakage test

Metoda survei dan uji lainnya dapat dilakukan jika metoda itu dianggap benar dan dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah dites dan dibuktikan sekurang-kurangnya sama dengan metode yang tertera di dalam bab ini.

Other survey and test methods may be employed if they are deemed appropriate and are conducted in accordance with procedures which have been tested and proven to be at least equal to the methods listed in this section.

b) Survei pendeteksian gas permukaan tanah

b) Surface gas detection survey



1) Definisi. Suatu pengambilan sampel atmosfer yang kontinu pada atau di dekat permukaan tanah untuk fasilitas gas yang tertanam dan berdekatan dengan fasilitas gas diatas tanah dengan sistem deteksi gas yang mampu mendeteksi konsentrasi 50 ppm gas dalam udara di setiap titik pengambilan sampel.

2) Prosedur. Peralatan yang digunakan dalam melakukan survei boleh portabel atau bisa bergerak. Untuk perpipaian yang tertanam, pengambilan sampel atmosfer hendaknya mengambil tempat, bila praktis, tidak lebih dari 2 inci di atas tanah. Dalam area di mana perpipaian berada di bawah trotoar, pengambilan sampel hendaknya juga pada *curb line(s)*, bukaan pada permukaan tanah yang tersedia (seperti bukaan untuk lubang lalu orang, *catch basin*, saluran pembuang, kabel listrik dan saluran telepon, boks rambu lalu lintas dan kotak pemadam kebakaran, atau retak-retak pada trotoar atau tempat pejalan kaki), atau interface lain di mana pelepasan gas mungkin terjadi. Pengambilan sampel hendaknya di dekat perpipaian yang terekspos.

3) Penggunaan. Penggunaan metode survei ini dapat dibatasi oleh kondisi yang merugikan (seperti angin kencang, kelembaban tanah yang berlebihan, atau penutupan permukaan oleh air).  
Survai hendaknya dilakukan pada kecepatan yang cukup rendah untuk memungkinkan didapatkan sampel yang cukup secara kontinu dengan cara menempatkan lubang masuk peralatan di atas lokasi pelepasan yang paling logis, dengan mempertimbangkan lokasi fasilitas gas dan setiap kondisi merugikan yang mungkin ada.

b) Survai pendeteksian gas bawah permukaan tanah

1) Definisi. Pengambilan sampel atmosfer

1) Definition. A continuous sampling of the atmosphere at or near ground level for buried gas facilities and adjacent to above-ground gas facilities with a gas detector system capable of detecting a concentration of 50 ppm of gas in air at any sampling point.

2) Procedure. Equipment used to perform these surveys may be portable or mobile. For buried piping, sampling of the atmosphere should take place, where practical, at no more than 2 in. above the ground surface. In areas where the piping is under pavement, samplings should also be at curb line(s), available ground surface openings (such as man holes, catch basins, sewer, power, and telephone duct openings, fire and traffic signal boxes, or cracks in the pavement or sidewalk), or other interfaces where the venting of gas is likely to occur. Sampling should be adjacent to the exposed piping.

3) Utilization. The use of this survey method may be limited by adverse conditions (such as excessive wind, excessive soil moisture, or surface sealing by ice or water).

The survey should be conducted at speeds slow enough to allow an adequate sample to be continuously obtained by placement of equipment intakes over the most logical venting locations, giving consideration to the location of gas facilities and any adverse conditions which might exist.

c) Subsurface gas detection survey

1) Definition. This survey is a sampling



bawah permukaan tanah dengan CGI atau alat lain yang mampu mendeteksi 0.5% gas dalam udara di titik sampel.

- 2) Prosedur. Survei hendaknya diselenggarakan dengan cara melakukan tes dengan CGI pada suatu seri bukaan yang tersedia (ruangan terkurung dan sub-bangunan kecil) dan/atau *bar hole* di atas, atau di sekitar fasilitas gas. Lokasi fasilitas gas dan gedung-gedung serta bangunan lainnya yang berdekatan dengan lokasi fasilitas gas tersebut hendaknya dipertimbangkan dalam membuat jarak antara titik-titik sampel. Titik-titik pengambilan sampel hendaknya sedekat mungkin dengan pipa induk atau pipa penyalur, dan tidak melebihi 15 kaki dari fasilitas secara lateral. Sepanjang rute pipa induk atau pipa penyalur, titik-titik pengambilan sampel hendaknya terletak pada dua kali jarak antara pipa penyalur dan dinding bangunan yang terdekat, atau pada 30 kaki, pilih yang lebih kecil, tetapi, jarak tersebut tidak boleh kurang dari 10 kaki. Pola pengambilan sampel hendaknya memasukan titik-titik sampel yang berdekatan dengan tap servis, persimpangan jalan, dan koneksi cabang yang diketahui dan juga titik-titik pengambilan sampel di atas atau berdekatan dengan pipa servis yang tertanam pada dinding bangunan.

### 3) Penggunaan

- (a) Keputusan yang tepat hendaknya digunakan untuk menentukan bilamana bukaan yang tersedia (seperti lubang lalu orang, *vault*, atau boks katup) cukup memberikan survei yang memadai. Bila perlu, hendaknya dibuat titik sampel tambahan (*bar hole*).
- (b) Titik pengambilan sampel hendaknya mempunyai kedalaman yang cukup untuk dapat mengambil sampel di dalam atmosfer substruktur atau bawah permukaan tanah secara langsung.

of the subsurface atmosphere with a combustible gas indicator (CGI) or other device capable of detecting 0.5% gas in air at the sample point.

- 3) Procedure. The survey should be conducted by performing tests with a CGI in a series of available openings (confined spaces and small substructures) and/or bar holes over, or adjacent to, the gas facility. The location of the gas facility and its proximity to buildings and other structures should be considered in the spacing of the sample points. Sampling points should be as close as possible to the main or pipeline, and never further than 15 ft laterally from the facility. Along the route of the main or pipeline, sampling points should be placed at twice the distance between the pipeline and the nearest building wall, or at 30 ft, whichever is shorter, but, in no case need the spacing be less than 10 ft. The sampling pattern should include sample points adjacent to service taps, street intersections, and known branch connections as well as sampling points over or adjacent to buried service lines at the building wall.

### 3) Utilization

- (a) Good judgment should be used to determine when available openings (such as manholes, vaults, or valve boxes) are sufficient to provide an adequate survey. When necessary, additional sample points (bar holes) should be made.
- (b) Sampling points should be of sufficient depth to sample directly within the subsurface or sub-structure atmosphere.



## (d) Survei vegetasi

- 1) Definisi. Observasi visual yang dilakukan untuk mendeteksi indikasi abnormal atau tidak wajar pada vegetasi.
- 2) Prosedur. Semua indikasi visual hendaknya dinilai dengan menggunakan CGI. Personil yang melakukan survei ini hendaknya memiliki jarak penglihatan yang baik terhadap area yang sedang disurvei dan kecepatan gerak hendaknya ditentukan dengan mempertimbangkan hal-hal berikut :
  - a) sistem tata letak;
  - b) jumlah dan tipe vegetasi;
  - c) kondisi penglihatan (seperti penyinaran, pantulan cahaya, distorsi, lapangan atau rintangan).

## 3) Penggunaan

- a) Metode survei ini hendaknya dibatasi untuk area di mana terdapat pertumbuhan vegetasi yang cukup.
- b) Survei hendaknya tidak dilakukan di bawah kondisi sebagai berikut

- 1) kandungan kelembaban tanah sangat tinggi;
- 2) vegetasi tidak aktif;
- 3) vegetasi dalam periode pertumbuhan akselerasi, seperti pada awal musim bunga.

- c) Metode survei lain yang dapat diterima hendaknya digunakan untuk lokasi dalam area survei vegetasi dimana vegetasi tidak cukup menunjukkan adanya kebocoran.

## d) Uji penurunan tekanan

- 1) Definisi. Suatu tes untuk menentukan apakah segmen pipa penyalur yang diisolasi kehilangan tekanan karena kebocoran.
- 2) Prosedur. Fasilitas yang diseleksi untuk tes drop tekanan hendaknya terlebih dahulu diisolasi dan kemudian

## (d) Vegetation survey

- 1) Definition. Visual observations made to detect abnormal or unusual indications in vegetation.
- 2) Procedure. All visual indications should be evaluated using a combustible gas indicator (CGI). Personnel performing these surveys should have good allround visibility of the area being surveyed and their speed of travel should be determined by taking into consideration the following:
  - a) system layout;
  - b) amount and type of vegetation;
  - c) visibility conditions (such as lighting, reflected light, distortions, terrain, or obstructions).

## 3) Utilization

- a) This survey method should be limited to areas where adequate vegetation growth is firmly established.
- b) This survey should not be conducted under the following conditions:

- 1) soil moisture content abnormally high;
- 2) vegetation dormant;
- 3) vegetation in an accelerated growth period, such as in early spring.

- c) Other acceptable survey methods should be used for locations within a vegetation survey area where vegetation is not adequate to indicate the presence of leakage.

## d) Pressure drop test

- 1) Definition. A test to determine if an isolated segment of pipeline loses pressure due to leakage.
- 2) Procedure. Facilities selected for pressure drop tests should first be isolated and then tested. The



dites. Kriteria berikut ini hendaknya dipertimbangkan dalam menentukan parameter tes.

a) Tekanan Uji. Uji yang diselenggarakan pada fasilitas yang telah ada semata-mata untuk kepentingan pendeteksian kebocoran hendaknya dilakukan pada tekanan sekurang-kurangnya sama dengan tekanan operasi.

b) Media Uji. Media tes yang digunakan harus memenuhi persyaratan dalam butir 841.3

c) Durasi Uji. Lamanya tes hendaknya cukup untuk dapat mendeteksi kebocoran. Hal-hal berikut hendaknya dipertimbangkan dalam menentukan lamanya pengetesan:

- (1) volume yang diuji
- (2) waktu yang dibutuhkan untuk media tes untuk mencapai suhu yang stabil
- (3) kepekaan instrumen uji

3) Penggunaan. Uji penurunan tekanan hendaknya digunakan hanya untuk menentukan ada atau tidaknya kebocoran pada segmen pipa penyalur yang diisolasi secara spesifik. Secara normal, tipe uji ini tidak akan menunjukkan lokasi kebocoran. Oleh karena itu, fasilitas di mana kebocoran ditunjukkan masih memerlukan evaluasi lebih lanjut dengan metode deteksi lain agar kebocoran itu dapat diketahui lokasinya, dievaluasi, dan ditentukan tingkat kebocorannya.

f) Uji Kebocoran gelembung

1) Definisi. Penggunaan air sabun atau larutan pembentuk gelembung lainnya pada pipa yang terekspos untuk menentukan adanya kebocoran.

2) Prosedur. Sistem perpipaan yang terekspos hendaknya dibersihkan dan dilapis seluruhnya dengan larutan. Kebocoran ditandai dengan adanya gelembung. Larutan pembentuk

following criteria should be considered in determining test parameters.

a) Test pressure. A test conducted on existing facilities solely for the purpose of detecting leakage should be performed at a pressure at least equal to the operating pressure.

b) Test medium. The test medium used must comply with the requirements of para. 841.3.

c) Test duration. The duration of the test should be of sufficient length to detect leakage. The following should be considered in the determination of the duration:

- (1) volume under test
- (2) time required for the test medium to become temperature stabilized
- (3) sensitivity of the test instrument

3) Utilization. Pressure drop tests should be used only to establish the presence or absence of a leak on a specifically isolated segment of a pipeline. Normally, this type of test will not provide a leak location. Therefore, facilities on which leakage is indicated may require further evaluation by another detection method in order that the leak may be located, evaluated, and graded.

f) Bubble leakage test

1) Definition. The application of a soap water or other bubble-forming solutions on exposed piping to determine the existence of a leak.

2) Procedure. The exposed piping systems should be reasonably cleaned and completely coated with the solution. Leaks are indicated by the presence of bubbles. The



gelembung hendaknya tidak di gunakan pada perpipaan kecuali jika telah ditentukan melalui pemeriksaan atau tes bahwa perpipaan tersebut cukup resistan terhadap bersentuhan langsung dengan larutan.

3) Penggunaan. Metode uji ini dapat digunakan untuk berikut ini:

- a) pengetesan porsi sistem di atas tanah yang terekspos (seperti perangkat pengukur atau perpipaan yang terekspos ataupun pelintasan jembatan)
- b) pengujian sambungan tie-in atau reparasi kebocoran yang tidak termasuk dalam tes tekanan.

f) Uji kebocoran ultrasonik

1) Definisi. Pengetesan fasilitas perpipaan yang terekspos dengan suatu instrumen yang mampu mendeteksi energi ultrasonik yang dibangkitkan oleh gas yang mengalir ke luar. Instrumen yang digunakan hendaknya sesuai dengan tekanan yang terlibat.

2) Prosedur. Dalam pengetesan fasilitas gas dengan metode ini, hal-hal berikut ini hendaknya dipertimbangkan :

- a) Tekanan pipa. Bersamaan dengan kenaikan tekanan pipa, energi ultrasonik yang dibangkitkan kebocoran bertambah pula.
- b) Lokasi fasilitas. Obyek di dekat atau di sekitar fasilitas yang sedang dites dapat memantulkan atau memperlemah energi ultrasonik yang dibangkitkan, yang menyulitkan pendeteksian atau penentuan letak kebocoran dengan tepat .
- c) Frekuensi kebocoran. Banyaknya kebocoran dalam suatu area yang ditentukan dapat menimbulkan tingkat latarbelakang ultrasonik-tinggi yang dapat menurunkan kemampuan pendeteksian tipe uji ini.

bubble-forming solution should not be used on piping unless it has been determined by investigation or test that the piping is adequately resistant to direct contact with the solution.

3) Utilization. This test method may be used for the following:

- a) testing exposed aboveground portions of a system (such as meter set assemblies or exposed piping or bridge crossings);
- b) testing a tie-in joint or leak repair which is not included in a pressure test.

g) Ultrasonic leakage test

1) Definition. The testing of exposed piping facilities with an instrument capable of detecting the ultrasonic energy generated by escaping gas. The instrument used should be suitable for the pressure involved.

2) Procedure. In the testing of a gas facility by this method, the following should be considered.

- a) Line pressure. As the line pressure increases, the magnitude of the ultrasonic energy generated by a leak increases.
- b) Location of Facility. Objects near or surrounding a facility being tested may reflect or attenuate the ultrasonic energy generated, making it difficult to detect or pinpoint the leak.
- c) Leak Frequency. A number of leaks in a given area can create a high ultrasonic background level which may reduce the detection capabilities of this type test.



d) Tipe fasilitas. Peralatan pneumatis dan yang dioperasikan dengan gas akan membangkitkan energi ultrasonik. Lokasi dan jumlah peralatan tipe ini hendaknya diketahui untuk menentukan apakah latar-belakang ultrasonik terlalu tinggi.

e) Petugas yang melakukan uji ini harus menscan seluruh area menghilangkan *tracking* indikasi refleksi. Indikasi kebocoran ultrasonik hendaknya diverifikasi atau ditunjukkan dengan tepat, ataupun keduanya, dengan salah satu metode tes atau survei yang dapat diterima.

3) Penggunaan. Uji ultrasonik boleh digunakan untuk pengetesan fasilitas perpipaan yang terekspos. Akan tetapi, bila *background level* menghasilkan pembacaan meter skala penuh sewaktu gain disetel pada rentang tengah, fasilitas hendaknya dites dengan beberapa metode survei lain.

#### M.4 Instrumen tipikal yang tersedia untuk mendeteksi gas

a) Tipe dan penggunaan umum. Daftar instrumen tipikal yang tersedia dan tipe penggunaannya ditunjukkan pada tabel M4.

b) Pemeliharaan instrumen. Setiap instrumen yang digunakan untuk mendeteksi dan mengevaluasi kebocoran harus dioperasikan sesuai dengan petunjuk operasi yang direkomendasi oleh pamanufaktur dan :

1) harus dicek secara berkala ketika sedang digunakan untuk memastikan bahwa kebutuhan voltase yang direkomendasikan masih sesuai;

2) harus diuji setiap hari atau sebelum digunakan untuk memastikan pengoperasian yang benar, untuk memastikan bahwa sistem pengambilan sampel bebas dari kebocoran, dan untuk memastikan bahwa filter tidak menghalangi aliran

d) Type of facility. Pneumatic and gas operated equipment generate ultrasonic energy. The location and amount of this type of equipment should be known to determine if the ultrasonic background is too high.

e) Personnel conducting this test shall scan the entire area to eliminate the tracking of reflected indications. Ultrasonic indications of leakage should be verified or pinpointed, or both, by one of the other acceptable survey or test methods.

3) Utilization. The ultrasonic test may be used for the testing of exposed piping facilities. However, if the ultrasonic background level produces a full scale meter reading when the gain is set at midrange, the facility should be tested by some other survey method.

#### M.4 Typically available instruments for the detection of gas

a) Type and general usage. A listing of typical available instruments and their type of usage is shown in Table M4.

b) Maintenance of instruments. Each instrument utilized for leak detection and evaluation shall be operated in accordance with the manufacturer's recommended operating instructions and

1) shall be periodically "checked" while in use to insure that the recommended voltage requirements are available;

2) shall be tested daily or prior to use to insure proper operation, to insure that the sampling system is free of leakage, and to insure that the filters are not obstructing the sample flow;



sampel.

- 3) sistem *hydrogen flame ionization* (HFI) harus di uji pada saat start-up dan secara berkala selama survai berlangsung.

c) Kalibrasi instrumen. Setiap instrumen yang digunakan untuk mendeteksi dan mengevaluasi kebocoran harus dikalibrasi sesuai dengan instruksi kalibrasi yang direkomendasikan oleh pamanufaktur:

- 1) setelah setiap reparasi atau penggantian bagiannya;
- 2) menurut jadwal teratur, dengan mempertimbangkan tipe dan penggunaan instrumen yang terlibat. Sistem HFI dan instrumen CGI hendaknya dicek untuk dikalibrasi sekurang-kurangnya sekali sebulan ketika sedang digunakan;
- 3) setiap kali kalibrasi instrumen diduga telah berubah.

## **M.5 Klasifikasi kebocoran dan kriteria penanggulangannya**

### **M.5.1 Umum**

Paragraf berikut ini menetapkan suatu prosedur yang dapat menentukan tingkat dan pengendalian indikasi kebocoran gas mudah bakar. Sewaktu mengevaluasi indikasi kebocoran gas, langkah awal adalah menentukan perimeter area kebocoran. Bila perimeter meluas hingga ke dinding bangunan, investigasi hendaknya dilanjutkan sampai ke dalam bangunan tersebut.

### **M.5.2 Tingkat bocor**

Berdasarkan pada evaluasi lokasi atau besarnya kebocoran, atau keduanya, salah satu tingkat kebocoran berikut ini harus ditentukan, dan kemudian menetapkan prioritas reparasi kebocoran :

- a) Tingkat 1 adalah kebocoran yang menunjukkan adanya atau kemungkinan bahaya terhadap manusia atau properti, dan membutuhkan reparasi yang segera

- 3) hydrogen flame ionization (HFI) systems shall be tested at each startup and periodically during a survey.

c) Calibration of instruments. Each instrument utilized for leak detection and evaluation shall be calibrated in accordance with the manufacturer's recommended calibration instructions

- 1) after any repair or replacement of parts;
- 2) on a regular schedule, giving consideration to the type and usage of the instrument involved. HFI systems and CGI instruments should be checked for calibration at least once each month while in use.
- 3) at any time it is suspected that the instrument's calibration has changed.

## **M.5 Leakage classification and action criteria**

### **M.5.1 General**

The following establishes a procedure by which leakage indications of flammable gas can be graded and controlled. When evaluating any gas leak indication, the preliminary step is to determine the perimeter of the leak area. When this perimeter extends to a building wall, the investigation should continue into the building.

### **M.5.2 Leak grades**

Based on an evaluation of the location or magnitude of a leak, or both, one of the following leak grades shall be assigned, thereby establishing the leak repair priority:

- a) Grade 1 is a leak that represents an existing or probable hazard to persons or property, and requires immediate repair or continuous action until the



atau aksi penanggulangan kontinu sampai kondisi tersebut tidak lagi membahayakan.

- b) Tingkat 2 adalah kebocoran yang diketahui tidak membahayakan pada waktu pendeteksian, tapi membutuhkan reparasi yang dijadwalkan berdasarkan kemungkinan bahaya di kemudian hari.
- c) Tingkat 3 adalah kebocoran yang tidak berbahaya pada waktu pendeteksian dan seterusnya dapat tetap dianggap tidak berbahaya.

#### **M.5.3 Klasifikasi bocor dan kriteria penanggulangan**

Kriteria klasifikasi kebocoran dan kontrol kebocoran ditentukan pada tabel M5.3A, M5.3B dan M5.3C. Contoh-contoh kondisi kebocoran yang terdapat dalam tabel diberikan sebagai panduan dan tidak eksklusif. Keputusan personil perusahaan di tempat kejadian adalah yang terpenting dalam menentukan tingkat kebocoran.

#### **M.5.4 Penilaian ulang bocor**

Bila suatu kebocoran dinilai ulang (lihat kriteria aksi penanggulangan dalam Tabel M5.3B dan M5.3C), hal ini hendaknya diklasifikasikan dengan menggunakan kriteria yang sama seperti pada saat kebocoran ditemukan pertama kali.

### **M.6 Menentukan lokasi dengan tepat**

#### **M.6.1 Ruang lingkup**

Menentukan lokasi dengan tepat adalah proses sistematis dalam menelusuri kebocoran gas yang dideteksi hingga ke sumbernya. Penggunaan prosedur berikut yang sesuai akan mencegah penggalian yang tidak diperlukan, yang memerlukan lebih banyak waktu dibandingkan dengan menemukam lokasi suatu kebocoran dengan tepat.

#### **M.6.2 Prosedur**

- a) Menentukan migrasi gas dengan menetapkan batas luar indikasi. Prosedur

conditions are no longer hazardous.

- b) Grade 2 is a leak that is recognized as being nonhazardous at the time of detection, but requires scheduled repair based on probable future hazard.
- c) Grade 3 is a leak that is nonhazardous at the time of detection and can be reasonably expected to remain nonhazardous.

#### **M.5.3 Leak classification and action criteria**

Criteria for leak classification and leakage control are provided in Tables M5.3A, M5.3B, and M5.3C. The examples of leak conditions provided in the Tables are presented as guidelines and are not exclusive. The judgment of the company personnel at the scene is of primary importance in determining the grade assigned to a leak.

#### **M.5.4 Reevaluation of a leak**

When a leak is to be reevaluated (see Action Criteria in Tables M5.3B and M5.3C), it should be classified using the same criteria as when the leak was first discovered.

### **M.6 Pinpointing**

#### **M.6.1 Scope**

Pinpointing is a systematic process of tracing a detected gas leak to its source. Use of the following procedures as appropriate should prevent unnecessary excavation, which is more time consuming than pinpointing a leak.

#### **M.6.2 Procedure**

- a) Determine the migration of gas by establishing the outer boundaries of



ini akan menentukan batas area di mana kebocoran biasanya ditemukan. Tes ini hendaknya dilakukan dengan CGI tanpa mengeluarkan usaha yang berlebihan dalam menyediakan titik-titik sampel.

- b) Menentukan lokasi semua saluran gas untuk mempersempit area yang diselidiki, dengan memberikan perhatian tertentu pada lokasi katup, fitting, *tee* dan *stubs*. Koneksi mempunyai kemungkinan kebocoran relatif tinggi. Hendaknya diambil tindakan untuk mencegah kerusakan pada bangunan bawah tanah lain selama barring atau penggalian.
- c) Mengidentifikasi fasilitas asing di dalam area yang sedang diselidiki, mencari bukti-bukti aktivitas konstruksi yang sedang berlangsung yang dapat ikut menyebabkan kebocoran. Gas dapat juga bermigrasi dan menyebar sepanjang parit yang disediakan untuk fasilitas lain.
- d) Tempatkan *bar hole* atau lubang-lubang tes yang berjarak sama di atas saluran gas yang diduga bocor dan telusuri gas tersebut sampai sumbernya dengan cara mengidentifikasi lubang-lubang tes dengan pembacaan tertinggi. Semua *bar hole* hendaknya memiliki kedalaman dan diameter yang sama dan bila perlu kedalamannya sampai ke kedalaman pipa untuk mendapatkan pembacaan yang benar dan konsisten. Seluruh pembacaan CGI hendaknya diambil pada kedalaman yang sama. Hendaknya hanya menggunakan pembacaan tertinggi yang tetap.
- e) Pembacaan yang tinggi sering kali didapatkan pada lebih dari satu *bar hole* yang berdekatan dan teknik tambahan diperlukan untuk menentukan pembacaan mana yang terdekat dengan kemungkinan sumber kebocoran. Biasanya banyak pembacaan *bar hole* akan menurun pada suatu periode waktu, tetapi hal ini mungkin diinginkan untuk mengeluarkan akses gas dari lokasi bawah tanah untuk mempercepat proses ini. Metode evaluasi hendaknya dilaksanakan dengan hati-hati untuk menghindari distorsi pola pelepasan.

the indications. This will define the area in which the leak will normally be located. These tests should be made with a CGI without expending excessive effort providing sample points.

- b) Locate all gas lines to narrow the area of search, giving particular attention to the location of valves, fittings, tees, and stubs. Connections have a relatively high probability of leakage. Caution should be exercised to prevent damage to other underground structures during barring or excavating.
- c) Identify foreign facilities in the area of search, Look for evidence of recent construction activities which could have contributed to the leakage. Gas may also migrate and vent along a trench provided for other facilities.
- d) Place evenly spaced bar or test holes over the suspected leaking gas line and trace the gas to its source by identifying the test holes with the highest readings. All bar holes should be of equal depth and diameter and down to the pipe depth where necessary in order to obtain consistent and worthwhile readings. All CGI readings should be taken at an equal depth. Only the highest sustained readings should be utilized.
- e) High readings are found frequently in more than one adjacent bar hole and additional techniques are necessary to determine which reading is closest to the probable source. Many of the bar hole readings will normally decline over a period of time, but it may be desirable to dissipate excess gas from the underground locations to hasten this process. Evaluation methods should be used with caution to avoid the distorting of the venting patterns.



- f) Sekali kebocoran bawah tanah telah diidentifikasi, maka lubang tambahan dan lubang yang lebih dalam hendaknya diperiksa untuk mengurung area lebih rapat. Sebagai contoh, lubang tes semula diberi jarak antara 6 kaki. Jarak 6 kaki antara dua lubang tes pembacaan tertinggi kemudian dapat diperiksa dengan lubang tes tambahan dengan jarak antara sedekat mungkin 12 inci.
- g) Tes tambahan termasuk pengambilan pembacaan CGI pada puncak *bar hole* atau memakai manometer ataupun larutan pembentuk gelembung untuk menentukan *bar hole* yang mana mempunyai aliran positif terbesar. Indikasi lainnya adalah: hembusan partikel debu dari *bar hole*, bunyi gas yang datang dari *bar hole*, atau aliran gas yang dirasakan pada permukaan kulit yang sensitif. Pada suatu saat, defraksi sinar matahari dapat diamati sebagai gas yang mengalir ke atmosfer.
- h) Bila gas ditemukan pada konduit bawah tanah, disamping dengan menggunakan teknik yang disebut di atas, tes pada bukaan yang tersedia dapat digunakan untuk mengisolasi sumber gas tersebut. Seringkali kebocoran ditemukan pada persimpangan konduit asing dan saluran gas, dan perhatian khusus hendaknya diberikan pada lokasi-lokasi ini.
- i) Bila pola pembacaan CGI telah stabil, *bar hole* dengan pembacaan tertinggi biasanya akan menentukan lokasi kebocoran gas dengan tepat.
- j) Bila perpipaan telah diekspos, tes dengan larutan pembentuk gelembung khususnya dilakukan untuk menentukan lokasi kebocoran kecil.
- f) Once the underground leakage has been identified, additional holes and deeper holes should be probed to bracket the area more closely. For example, test holes may be spaced 6 ft apart initially. The 6 ft spacing between the two highest test holes might then be probed with additional test holes with spacing as close as 12 in.
- g) Additional tests include taking CGI readings at the top of a bar hole or using a manometer or bubble forming solution to determine which bar hole has the greatest positive flow. Other indications are: dust particles blowing from the bar holes, the sound of gas coming from the bar hole, or the feel of gas flow on a sensitive skin surface. On occasion, sunlight defraction can be observed as the gas vents to the atmosphere.
- h) When gas is found in an underground conduit, tests at available openings may be used to isolate the source in addition to the techniques previously mentioned. Many times the leak is found at the intersection of the foreign conduit and a gas line, and particular attention should be given to these locations.
- i) When the pattern of the CGI readings has stabilized, the bar hole with the highest reading will usually pinpoint the gas leak.
- j) When and where piping has been exposed, test with bubble-forming solution particularly to locate smaller leaks.

### M.6.3 Tindakan pencegahan

- a) Situasi yang tidak wajar, yang kemungkinannya kecil tapi mungkin terjadi, dapat menyulitkan pemakaian teknik ini pada beberapa kejadian. Sebagai contoh, kebocoran multipel, yang memberikan data membingungkan, dapat terjadi. Untuk menghilangkan komplikasi potensial ini, area tersebut hendaknya dicek ulang setelah reparasi diselesaikan.

### M.6.3 Precautions

- a) Unusual situations, which are unlikely but possible, may complicate these techniques on some occasions. For example, multiple leakage, which gives confusing data, can occur. To eliminate this potential complication, the area should be rechecked after repairs are completed. Gas may form pockets occasionally and give a strong



Gas kadang mungkin membentuk kantung dan memberikan suatu indikasi yang kuat sampai rongga di mana kantung itu terbentuk telah divent. Gas asing, seperti gas dari bahan yang membusuk, kadang mungkin ditemukan. Keberadaan gas ini ditentukan karakteristiknya dengan pembacaan CGI yang cukup konstan antara 15% dan 30% dari gas dalam udara di seluruh satu area. Area urukan dapat, dalam hal ini, memberikan pembacaan yang lebih tinggi Gas yang dideteksi di dalam sistem saluran pembuangan cairan hendaknya dianggap sebagai kebocoran gas yang bermigrasi sampai terbukti sebaliknya dengan tes dan/atau analisa.

- b) Bila menentukan dengan tepat titik kebocoran di mana gas lebih berat dari udara (gas tekanan rendah), gas tersebut biasanya tetap berada pada tempat rendah dekat level pipa, tetapi mungkin juga mengalir ke bawah. Gas tekanan rendah biasanya tidak berdifusi secara cepat atau bermigrasi meluas dalam lapisan tanah sehingga kebocoran umumnya berada dekat dengan tempat adanya indikasi. Jika gas dilepas ke luar melalui saluran atau sistem saluran pembuangan cairan, gas tersebut dapat mengalir dengan jarak yang sangat jauh.

indication until the cavity in which the pocket has formed has been vented. Foreign gases, such as gas from decomposed material, occasionally may be encountered. This presence is characterized by fairly constant CGI readings between 15% and 30% of gas in air throughout an area. Landfill areas could, thus, give substantially higher readings. Gas detected in sewer systems should be considered as migrating gas leakage until proven otherwise by test and/or analysis.

- b) When pinpointing leakage where the gas is heavier than air (LP gas) the gas will normally stay low near the pipe level, but may flow downhill. LP gases usually do not diffuse rapidly or migrate widely in the soil so the leak is generally close to the indication. If the gas is venting into a duct or sewer system, it can travel considerable distances.

Tabel M4 Tipe dan umum digunakan<sup>1</sup>Table M4 Type and general usage<sup>1</sup>

Instrument Type		Lower Sensitivity Level			Upper Sensitivity Level			Sampling Method	Sample Flow Rate
Surface Survey	Subsurface Survey	PPM (1)	% LEL	% Gas	PPM	% LEL	% Gas		
...	Catalytic type (hotwire % LEL)	5,000	10	5	50,000	100	5 (2)	Hand aspirated	...
...	Thermal conductivity (% Gas)	25,000	50	2.5	...	...	100	Hand aspirated	...
Amplified thermal conductivity	...	50	1	...	...	...	25 (2)	Pump	3 liters/min
Infrared detector	...	5	...	...	10,000	2	0.1	Pump	2-5 liters/min
Hydrogen flame <sup>4</sup> ionization detector	...	1	...	...	10,000 to 50,000	20 to 100	1 to 5	Pump	2-5 liters/min

GENERAL NOTE: The PPM, percent LEL, and percent gas values shown are for methane concentrations. Where other gases (such as liquefied petroleum gas or manufactured gas) are involved, appropriate adjustment should be made to be commensurate with the criteria of these procedures.

Notes :

- 1) PPM: parts per million.
- 2) When the maximum concentration detectable is exceeded, the needle of the instrument meter will drop to zero or below.
- 3) Upper sensitivity level varies with different models.



**Tabel M5.3A Klasifikasi bocor dan aksi kriteria - Grade 1****Table M5.3A Leak classification and action criteria - Grade 1**

Grade	Definition	Action criteria	Examples
1	A leak that represents an existing or probable hazard to persons or property, and requires immediate repair or continuous action until the conditions are no longer hazardous.	Requires prompt action [Note(1)] to protect life and property, and continuous action until the conditions are no longer hazardous.	1) Any leak which, in the judgement of operating personnel at the scene, is regarded as an immediate hazard. 2) Escaping gas that has ignited. 3) Any indication of gas that has migrated into or under a building or into a tunnel. 4) Any reading at the outside wall of a building, or where gas would likely migrate to an outside wall of a building. 5) Any reading of 80% LEL, or greater in a confined space. 6) Any reading of 80% LEL, or greater in small substructures (other than gas associated substructures) from which gas would likely migrate to the outside wall of a building. 7) Any leak that can be seen, heard, or felt, and which is in a location that may endanger the general public or property.

**NOTE**

- (1) The prompt action in some instances may require one or more of the following:
- (a) implementation of company emergency plan (see para. 850.4);
  - (b) evacuating premises;
  - (c) blocking off an area;
  - (d) rerouting traffic;
  - (e) eliminating sources of ignition;
  - (f) venting the area;
  - (g) stopping the flow of gas by closing valves or other means;
  - (h) notifying police and fire departments.

**Tabel M5.3B Klasifikasi bocor dan aksi kriteria - Grade 2****Table M5.3A Leak classification and action criteria - Grade 2**

Grade	Definition	Action criteria	Examples
2	A leak that is recognized as being non-hazardous at the time of detection, but justifies scheduled repair based on probable future hazard.	Leaks should be repaired or cleared within 1 calendar year, but no later than 15 months from the date the leak was reported. In determining the repair priority, criteria such as the following should be considered: 1) amount and migration of gas; 2) proximity of gas to buildings and subsurface structures; 3) extent of pavement; 4) soil type, and soil conditions	1) Leaks Requiring Action Ahead of Ground Freezing or Other Adverse Changes in Venting Conditions. Any leak that, under frozen or other adverse soil conditions would likely migrate to the outside wall of a building. 2) Leaks Requiring Action Within 6 Months: a) any reading of 40% LEL, or greater, under a sidewalk in a wall-to-wall



	<p>(such as frost cap, moisture, and natural venting).</p> <p>Grade 2 leaks should be reevaluated at least once every 6 months until cleared. The frequency of reevaluation should be determined by the location and magnitude of the leakage condition.</p> <p>Grade 2 leaks may vary greatly in degree of potential hazard. Some Grade 2 leaks, when evaluated by the above criteria, may justify scheduled repair within the next 5 working days. Others will justify repair within 30 days. During the working day on which the leak is discovered, these situations should be brought to the attention of the individual responsible for scheduling leak repair.</p> <p>On the other hand, many Grade 2 leaks, because of their location and magnitude, can be scheduled for repair on a normal routine basis with periodic reinspection as necessary.</p>	<p>paved area that does not qualify as a Grade 1 leak;</p> <p>b) any reading of 100% LEL, or greater, under a street in a wall-to-wall paved area that has significant gas migration and does not qualify as a Grade 1 leak;</p> <p>c) any reading less than 80% LEL in small substructures (other than gas associated substructures) from which gas would likely migrate creating a probable future hazard;</p> <p>d) any reading between 20% LEL and 80% LEL in a confined space;</p> <p>e) any reading on a pipeline operating at hoop stress levels of 30% SMYS, or greater, in a Class 3 or 4 location, which does not qualify as a Grade 1 leak;</p> <p>f) any reading of 80% LEL, or greater, in gas associated substructures;</p> <p>g) any leak that, in the judgment of operating personnel at the scene, is of sufficient magnitude to justify scheduled repair.</p>
--	---	---

**Tabel M5.3C Klasifikasi bocor dan aksi kriteria - Grade 3**

**Table M5.3C Leak classification and action criteria - Grade 3**

Grade	Definition	Action criteria	Examples
3	A leak that is nonhazardous at the time of detection and can be reasonably expected to remain nonhazardous	These leak shall be reevaluated during the next scheduled survey or within 15 months of the date reported, whichever occurs first, until the leak is regarded or no longer results in a reading.	<p>Leaks Requiring Reevaluation at Periodic Intervals:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Any reading of less than 80% LEL In small gas associated substructures;</li> <li>2) any reading under a street in areas without wall-to-wall paving where it is unlikely the gas could migrate to the outside wall of a building;</li> <li>3) any reading of less than 20% LEL in a confined space.</li> </ol>



## Lampiran N

**Rekomendasi praktis untuk pengujian hidrostatik pipa penyalur setempat****N.1 Pendahuluan**

Tujuan praktek yang direkomendasikan adalah untuk menyebutkan beberapa langkah penting yang akan diambil dalam pengetesan hidrostatik pipa penyalur di tempat. Langkah tersebut dimaksudkan hanya memberikan petunjuk dasar. Bagian praktek yang direkomendasikan ini yang mencakup penentuan tekanan yang mencapai kuat luluh pipa hanya digunakan bilamana penentuan yang demikian diperlukan.

**N.2 Perencanaan**

- a) Semua tes tekanan harus dilaksanakan dengan memperhatikan keselamatan manusia dan lingkungan. Bila tekanan tes berada di atas 400 psig, tindakan pencegahan yang tepat harus diambil untuk melarang orang-orang yang tidak terlibat di dalam operasi pengetesan berada di luar area pengetesan ketika tes hidrostatik sedang berlangsung.
- b) Pemilihan Bagian Uji dan Tempat Uji. Pipa penyalur mungkin perlu dibagi menjadi bagian-bagian untuk pengetesan dengan maksud untuk mengisolasi area dengan persyaratan uji yang berbeda, atau untuk memperoleh tekanan uji maksimum dan minimum yang diinginkan disebabkan adanya *hydrostatic head differential*. Elevasi tempat pengetesan, titik tinggi dan titik rendah area yang diisolasi, harus diketahui dalam upaya mempertahankan tekanan spesifik pada elevasi maksimum dan minimum.

## Appendix N

**Recommended practice for hydrostatic testing of pipelines in place****N.1 Introduction**

The purpose of the recommended practice is to cite some of the important steps that should be taken in hydrostatic testing of in-place pipelines. It is intended to provide basic guidelines only. The portions of this recommended practice which cover the determination of the pressure at which the pipe yield strength is reached are only used when such determination is needed.

**N.2 Planning**

- a) All pressure tests shall be conducted with due regard for the safety of people and property. When the test pressure is above 400 psig, appropriate precautions shall be taken to keep people not engaged in the testing operations out of the testing area while conducting the hydrostatic test.
- b) *Selection of Test Sections and Test Sites.* The pipeline may need to be divided into sections for testing for the purpose of isolating areas with different test pressure requirements, or to obtain desired maximum and minimum test pressures due to hydrostatic head differential. The elevation at the test site, the high point and low point of the isolated area, must be known in order to maintain the specified pressure at the maximum and the minimum elevations.



- c) Sumber Air dan Pembuangan Air. Sumber air, dan juga lokasi pembuangan air, hendaknya diseleksi sebelumnya dengan baik. Peraturan perundang-undangan negara dan daerah yang berlaku hendaknya diperiksa untuk memastikan pematuhan terhadap penggunaan dan/atau pembuangan air. Pada pembuangan air setelah pengetesan, hendaknya dilakukan dengan hati-hati untuk mencegah kerusakan pada panen dan erosi berlebihan atau pencemaran aliran air, sungai, atau tempat lain yang mengandung air termasuk air tanah.
- d) Kondisi ambien. Pengetesan hidrostatik pada kondisi suhu rendah mungkin membutuhkan :
- 1) pemanasan medium tes; atau
  - 2) penambahan *depressant* titik beku. Hendaknya berhati-hati dalam menangani *depressant* titik beku selama tes. Pembuangan *depressant* titik beku harus dilaksanakan dan direncanakan dengan hati-hati.

### N.3 Pengisian

Pengisian biasanya dilakukan dengan satu atau beberapa pompa sentrifugal volume tinggi. Pengisian hendaknya kontinu dan dilakukan di belakang satu atau lebih *squeegees* (alat pembersih terbuat dari karet) atau bola untuk meminimumkan jumlah udara dalam pipa. Kemajuan pengisian hendaknya dimonitor dengan mengukur air yang dipompakan ke dalam pipa penyalur dan menghitung volume saluran yang diisi. Jika diperlukan hendaknya disediakan periode stabilisasi suhu antara suhu tanah dan air pengisian.

### N.4 Pengujian

- a) Pompa tekan. Biasanya pompa displacement reciprocating positif digunakan untuk menekan pipa penyalur selama tes. Kapasitas aliran pompa sebaiknya mencukupi untuk memberikan laju penekanan yang layak. *Rating* tekanan pompa harus lebih tinggi dari tekanan tes maksimum yang diantisipasi.
- b) Test head, Perpipa-an, dan Katup. Tekanan desain *test head* dan perpipa-an

- c) *Water Source and Water Disposal*. A water source, as well as location(s) for water disposal, should be selected well in advance of the testing. Federal, state, and local regulations should be checked to assure compliance with respect to usage and/or disposal of the water. In disposing of the water after testing, care should be taken to prevent damage to crops and excessive erosion or contamination of streams, rivers, or other waterbodies including groundwater.

- d) Ambient conditions. Hydrostatic testing in low temperature conditions may require:

- 1) heating of test medium; or
- 2) the addition of freeze point depressants. Caution should be exercised in the handling of freeze point depressants during tests. Disposal of freeze point depressants must be carefully planned and executed.

### N.3 Filling

Filling is normally done with a high-volume centrifugal pump or pumps. Filling should be continuous and be done behind one or more *squeegees* or spheres to minimize the amount of air in the line. The progress of filling should be monitored by metering the water pump into the pipeline and calculating the volume of line filled. If necessary a period of temperature stabilization between the ground and fill water should be provided.

### N.4 Testing

- a) *Pressure pump*. Normally, a positive displacement reciprocating pump is used for pressing the pipeline during test. The flow capacity of the pump should be adequate to provide a rea-sonable pressing rate. The pressure rating of the pump must be higher than the anticipated maximum test pressure
- b) Test heads, Piping, and Valves. The design pressure of the test heads and



dan tekanan slang dan katup yang dinyatakan dalam test *manifold* tidak boleh lebih kecil dari tekanan tes yang diantisipasi. Semua peralatan hendaknya diinspeksi sebelum pengetesan untuk menentukan bahwa peralatan tersebut dalam kondisi yang memuaskan.

c) **Penaikan tekanan.** Berikut adalah urutan untuk tahapan penaikan tekanan.

- 1) Naikan tekanan dalam bagian sampai tidak melebihi 80% tekanan tes yang diantisipasi dan ditahan selama suatu periode untuk memastikan tidak terdapat kebocoran besar.
- 2) Selama periode ini, monitor tekanan dan cek kebocoran pada bagian tes. Perbaiki setiap kebocoran besar yang ditemukan.
- 3) Setelah periode penahanan tersebut naikan tekanan dengan laju yang seragam, sampai pada tekanan tes. Monitor penyimpangan terhadap garis lurus dengan menggunakan plot tekanan volume (log atau plotter otomatis).
- 4) Bilamana tekanan tes telah dicapai dan distabilkan dari operasi penekanan, periode penahanan boleh dimulai. Selama periode ini, medium tes boleh ditambahkan menurut keperluan untuk mempertahankan tekanan tes minimum.

#### **N.5 Penentuan tekanan yang disyaratkan untuk menghasilkan keluluhan**

- a) **Metode plot tekanan volume.** Jika memonitor dpenyimpangan dari garis lurus dengan *plot* grafis, *plot* yang akurat dari tekanan terhadap volume air yang dipompakan ke dalam pipa boleh dibuat dengan tangan atau dengan *plotter* otomatis. Untuk membuat plot tangan, langkah pompa dihitung untuk menentukan volume dan di-*plot* terhadap pembacaan tekanan. *Plot* hendaknya dimulai pada tekanan cukup rendah untuk menentukan secara akurat bagian garis lurus tekanan volume. Titik-titik hendaknya di-*plot* sesering mungkin

piping and the rated pressure of hoses and valves in the test manifold shall be no less than the anticipated test pressure. All equipment should be inspected prior to the test to determine that it is in satisfactory condition.

c) **Pressurization.** Following is a sequence for pressurization.

- 1) Raise the pressure in the section to not more than 80% of anticipated test pressure and hold for a tinie period to insure that no major leaks exist.
- 2) During this time period, monitor the pressure and check the test section for leakage. Repair any mayor leaks that are found.
- 3) After the hold time period, pressurize at a uniform rate, to the test pressure. Monitor for deviation from a straght line by use of pressure volume plots (logs or automatic plotter).
- 4) When the test pressure is reached and stablized from pressuring operations, a hold period may commence. During this period, test medium may be added as required to maintain the minimum test pressure.

#### **N.5 Determination of pressure required to produce yielding**

- a) **Pressure- Volume Plot Methods.** If monitoring deviation from a straight line with graphical plots, an accurate plot of pressure versus the volume of water pumped into the line may be made either by hand or automatic plotter. To make a hand plot, the pump strokes are counted to determine volume and plotted against pressure readings. The plot should be started at a pressure low enough to accurately establish the straight line portion of the pressure volume plot. The points should be plotted frequently enough so that deviation from the straight



sehingga penyimpangan dari bagian garis lurus dapat dideteksi dengan mudah. Penyimpangan dari garis lurus adalah titik mula dari bagian *non linier* bagian tekanan volume dan menunjukkan bahwa titik luluh dalam bagian tersebut telah dicapai.

- b) Luluh untuk pipa yang tidak diidentifikasi atau pipa bekas [seperti dibatasi menurut butir 841.112(a) dan diperbolehkan menurut butir 811.1(f) dan 817.13(h)] ditentukan dengan menggunakan tekanan pada elevasi tertinggi dalam bagian tes, di mana jumlah langkah pompa (volume yang diukur) setiap tambahan kenaikan tekanan menjadi dua kali jumlah langkah pompa (volume yang diukur) per tambahan kenaikan tekanan yang diperlukan selama bagian garis lurus plot tekanan volume sebelum terjadi penyimpangan.

- c) Untuk kontrol tekanan tes maksimum bila melebihi 100% KLMS dalam bagian tes, salah satu ukuran berikut dapat digunakan :

1) tekanan pada saat jumlah langkah pompa per tambahan kenaikan tekanan naik menjadi dua kali jumlah langkah per tambahan kenaikan tersebut yang diperlukan selama bagian garis lurus *plot* tekanan volume sebelum deviasi terjadi.

2) Tekanan tersebut tidak boleh melebihi tekanan yang terjadi bila jumlah langkah pompa (volume diukur) diambil setelah deviasi terhadap bagian garis lurus *plot* tekanan volume, dikalikan volume per langkah sama dengan 0,002 kali volume pengisian bagian tes pada tekanan atmosferik. Hal ini menunjukkan perilaku rata-rata bagian tes. Panjang masing-masing pipa boleh mengalami pemuaian yang lebih besar atau lebih kecil berdasarkan sifat mekanis masing-masing pipa.

#### N.6 Uji kebocoran

Jika selama masa penahanan, nampak tanda kebocoran, tekanan boleh diturunkan sewaktu mencari lokasi kebocoran. Setelah

line portion can be detected readily. The deviation from the straight line is the start of the nonlinear portion of the pressure volume plot and indicates that the elastic limit of some of the pipe within the section has been reached.

- b) Yield for unidentified or used pipe [as limited by para. 841.112(a) and allowed under paras. 811.1(f) and 817.13(h)] is determined by using the pressure at the highest elevation within a test section, at which the number of pump strokes (measured volume) per increment of pressure rise becomes twice the number of pump strokes (measured volume) per increment of pressure rise that was required during the straight line part of the pressure volume plot before any deviation occurs.

- c) For control of maximum test pressure when hoop stress levels exceed 100% SMYS within a test section, one of the following measures may be used:

1) The pressure at which the number of pump strokes (measured volume) per increment of pressure rise becomes twice the number of pump strokes (measured volume) per increment of pressure rise that was required during the straight-line part of the pressure volume plot before any deviation occurs.

2) The pressure shall not exceed the pressure occurring when the number of pump strokes (measured volume) taken after deviation from the straight line part of the pressure volume plot, times the volume per stroke, is equal to 0.002 times the test section fill volume at atmospheric pressure. This represents the average behavior of the test section. Individual pipe lengths may experience greater or smaller expansion based on their respective mechanical properties.

#### N.6 Leak testing

If during the hold period, leakage is indicated, the pressure may be reduced while locating the leak. After the leak is



kebocoran direparasi, masa penahanan baru harus dimulai pada tekanan tes penuh.

#### N.7 Rekaman

Perusahaan pengelola harus menyimpan rekod yang menunjukkan hal berikut dalam *filenya* selama umur pemakaian setiap pipa penyalur dan pipa induk:

- a) medium tes;
- b) tekanan tes;
- c) lamanya tes;
- d) tanggal tes;
- e) *recording chart* tekanan dan log tekanan;
- f) plot tekanan vs volume (jika digunakan);
- g) tekanan pada elevasi tinggi dan rendah;
- h) elevasi pada titik tekanan tes yang diukur;
- i) orang-orang yang melaksanakan pengetesan, operator, juga kontraktor pengetesan, jika digunakan;
- j) faktor-faktor lingkungan (suhu ambien, hujan, salju, angin, dan sebagainya);
- k) pemanufaktur (pipa, katup, dan sebagainya);
- l) spesifikasi pipa (KLMS, diameter, tebal dinding, dan sebagainya);
- m) identifikasi yang jelas dari apa saja yang terkait dalam setiap bagian tes;
- n) deskripsi setiap kebocoran atau kegagalan dan disposisinya.

Rekod di atas harus ditelaah untuk memastikan bahwa persyaratan dalam standar ini telah dipenuhi.

repaired, a new hold period must be started at full test pressure.

#### N.7 Records

The operating company shall maintain in its file for the useful life of each pipeline and main, records showing following:

- a) test medium;
- b) test pressure;
- c) test duration;
- d) test date;
- e) pressure recording chart and pressure log;
- f) pressure versus volume plot (if applicable);
- g) pressure at high and low elevations;
- h) elevation at point test pressure measured;
- i) person(s) conducting test, operator, and testing contractor, if utilized;
- j) environmental factors (ambient temperature, raining, snowing, windy, etc.);
- k) manufacturer (pipe, valves, etc.);
- l) pipe specifications (SMYS, diameter, wall thickness, etc.);
- m) clear identification of what is included in each test section;
- n) description of any leaks or failures and their disposition.

The above records shall be reviewed to assure that the requirements of this Code have been met.



## Lampiran O

### Persiapan pertanyaan teknis kepada ASME code untuk pipa bertekanan, B31

#### O.1 Pengantar

ASME B31 Committee, Standar untuk Perpipa Tekanan, akan mempertimbangkan per-mohonan untuk interpretasi dan revisi peraturan Standar, dan menyusun peraturan baru jika dikehendaki oleh perkembangan teknologi. Kegiatan Panitia dalam kaitan ini hanya terbatas pada interpretasi peraturan atau pada pertimbangan suatu revisi peraturan yang berlaku sekarang ini berdasarkan data atau teknologi baru. Berdasarkan kebijakan yang telah ditetapkan ASME tidak menyetujui, mengsertifikasi, menilai, atau mengesahkan setiap item, konstruksi, piranti *proprietary*, atau aktivitas, dan karena itu, pertanyaan yang memerlukan pertimbangan seperti ini akan dikembalikan. Di samping itu, ASME tidak bertindak sebagai konsultan mengenai masalah rekayasa khusus atau mengenai penerapan umum atau mengenai pemahaman peraturan Standar. Jika berdasarkan informasi pertanyaan yang diserahkan, menurut pendapat Panitia bahwa penanya harus mencari bantuan pakar profesional, pertanyaan tersebut akan dikembalikan dengan rekomendasi bahwa bantuan seperti tersebut harus diminta.

Pertanyaan yang tidak memberikan informasi yang diperlukan bagi pengertian penuh Panitia, akan dikembalikan.

#### O.2 Persyaratan

Pertanyaan harus dibatasi hanya untuk interpretasi peraturan atau untuk pertimbangan revisi peraturan yang berlaku sekarang ini berdasarkan data dan teknologi baru. Pertanyaan harus memenuhi persyaratan berikut:

- a) Ruang lingkup. Menyangkut peraturan tunggal atau peraturan yang amat berkaitan dalam ruang lingkup Standar ini. Surat pertanyaan yang tidak berkaitan

## Appendix O

### Preparation of technical inquiries to the ASME code for pressure piping, B31

#### O.1 Introduction

The ASME B31 Committee, Code for Pressure Piping, will consider written requests for interpretations and revisions of the Code rules, and develop new rules if dictated by technological development. The Committee's activities in this regard are limited strictly to interpretations of the rules or to the consideration of revisions to the present rules on the basis of new data or technology. As a matter of published policy, ASME does not approve, certify, rate, or endorse any item, construction, proprietary device, or activity, and, accordingly, inquiries requiring such consideration will be returned. Moreover, ASME does not act as a consultant on specific engineering problems or on the general application or understanding of the Code rules. If, based on the inquiry information submitted, it is the opinion of the Committee that the inquirer should seek professional assistance, the inquiry will be returned with the recommendation that such assistance be obtained.

Inquiries that do not provide the information needed for the Committee's full understanding will be returned.

#### O.2 Requirements

Inquiries shall be limited strictly to interpretations of the rules or to the consideration of revisions to the present rules on the basis of new data or technology. Inquiries shall meet the following requirements:

- a) Scope. Involve a single rule or closely related rules in the scope of the Code. An inquiry letter concerning unrelated subjects will be returned.



dengan subyek akan dikembalikan.

- b) *Latar-belakang.* Sebutkan maksud pertanyaan, apakah untuk memperoleh interpretasi peraturan standar, atau untuk menyarankan pertimbangan suatu revisi atas peraturan yang sekarang berlaku. Berikan dengan singkat informasi yang diperlukan untuk pemahaman pertanyaan oleh Panitia, dengan jelas menyebutkan rujukan pada Bagian standar yang berlaku, edisi, paragraf, gambar, dan tabel. Jika menyertakan sketsa, haruslah terbatas pada ruang lingkup pertanyaan.

- c) *Struktur pertanyaan:*

- 1) *Pertanyaan yang diusulkan.* Pertanyaan harus dinyatakan dalam format pertanyaan yang tepat dan singkat, dengan membuang informasi latar belakang yang berlebihan, dan bila layak, disusun sedemikian rupa hingga "ya" atau "tidak" (mungkin dengan syarat) merupakan jawaban yang dapat diterima. Susunan pertanyaan hendaknya betul secara teknis dan editorial.
- 2) *Jawaban yang diusulkan.* Berikan jawaban usulan dengan menjelaskan apa yang diyakini yang diperlukan standar. Jika menurut pendapat penanya diperlukan suatu revisi standar, penulisan yang direkomendasikan harus diberikan di samping informasi alasan perubahan.

### O.3 Penyerahan

Pertanyaan harus diserahkan dalam bentuk diketik; tetapi pertanyaan yang dituliskan yang mudah dibaca akan dipertimbangkan. Pertanyaan harus mencakup nama dan alamat jelas penanya dan dikirimkan ke alamat berikut: Sekretariat: Tim Standardisasi, Ditjen MIGAS, Plaza Centris Lt. 14 DMTS Jl.HR Rasuna Said Kav.B-5, Jakarta Selatan

- b) *Background.* State the purpose of the inquiry, which would be either to obtain an interpretation of Code rules, or to propose consideration of a revision to the present rules. Provide concisely the information needed for the Committee's understanding of the inquiry, being sure to include reference to the applicable Code Section, edition, addenda, paragraphs, figures, and tables. If sketches are provided, they shall be limited to the scope of the inquiry.

- c) *Inquiry structure:*

- 1) *Proposed Question(s).* The inquiry shall be stated in a condensed and precise question format, omitting superfluous background information, and, where appropriate, composed in such a way that "yes" or "no" (perhaps with provisos) would be an acceptable reply. The inquiry statement should be technically and editorially correct.
- 2) *Proposed Reply(ies).* Provide a proposed reply stating what it is believed that the Code requires. If in the inquirer's opinion a revision to the Code is needed, recommended wording shall be provided in addition to information justifying the change.

### O.3 Submittal

Inquiries should be submitted in typewritten form; however, legible handwritten inquiries will be considered. They shall include the name and mailing address of the inquirer and be mailed to the following: Secretary: ASME B31 Committee; Three Park Avenue; New York, NY 10016-5990.



## Lampiran P

### Nomenklatur untuk gambar

Lampiran ini disiapkan untuk edisi mendatang dari standar ini.

## Appendix P

### Nomenclatures for figures

This Appendix is in preparation for a future edition of this Code.



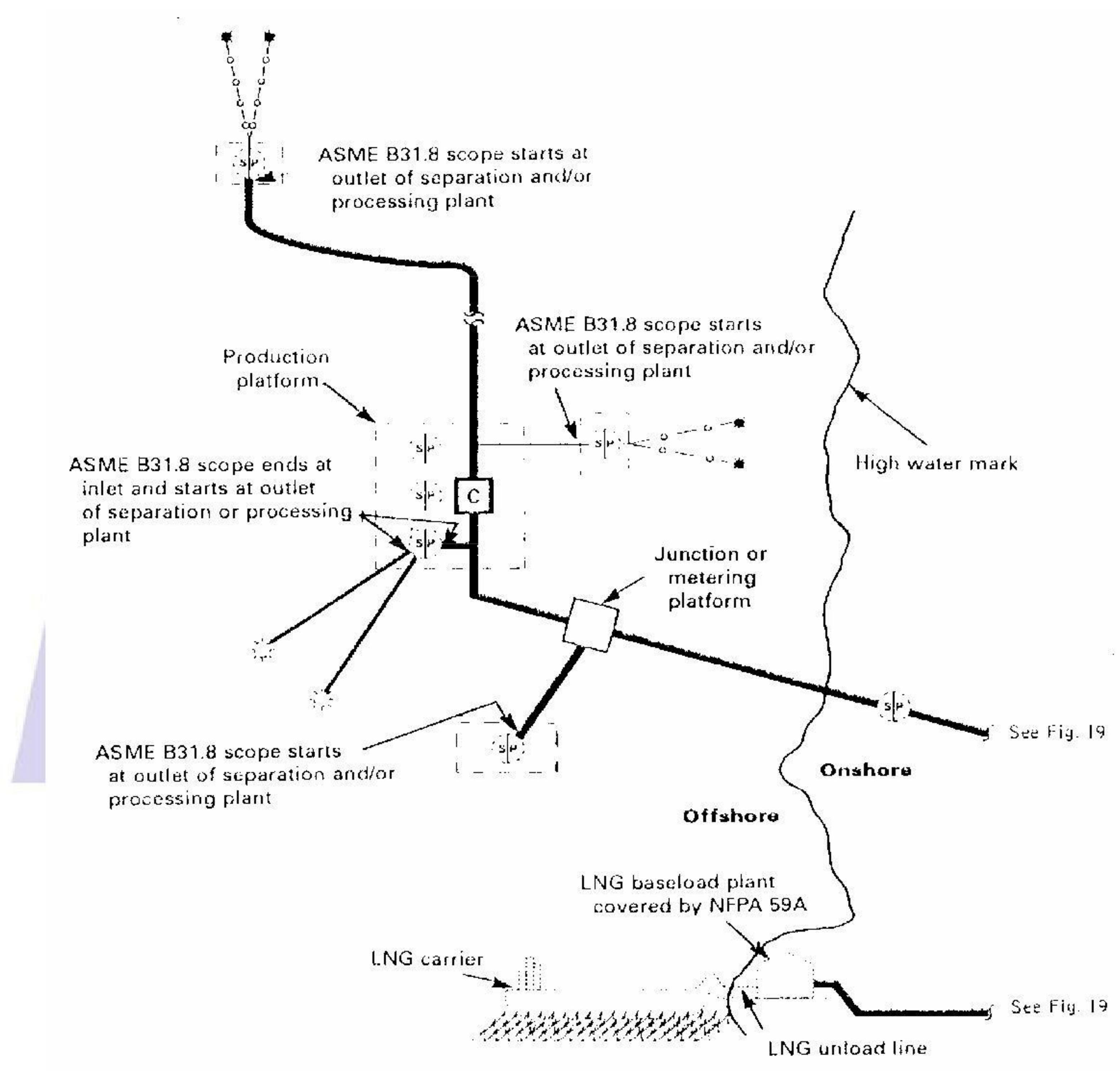


## Lampiran Q

## Appendix Q

## Ruang lingkup diagram

## Scope diagrams

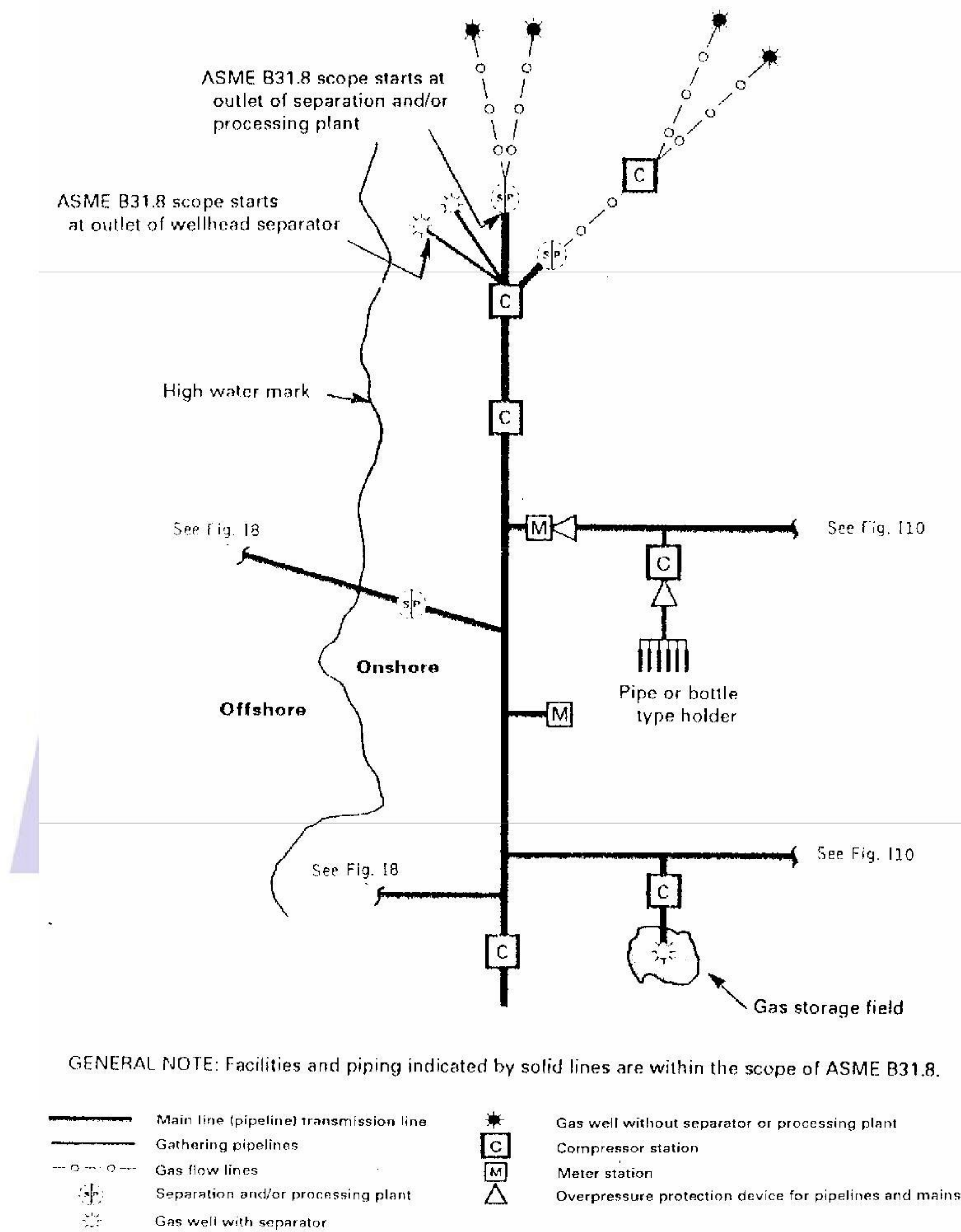


Gbr.Q1 Ruang lingkup ASME B31.8 Perpipaian transmisi lepas pantai  
Fig. Q1 Scope OF ASME B31.8 Transmission piping offshore

## Legend

	Main line (pipeline) transmission line
	Gathering pipelines
	Gas flow lines
	Separation and/or processing plant
	Gas well with separator
	Gas well without separator or processing plant
	Production platform
	Compressor station

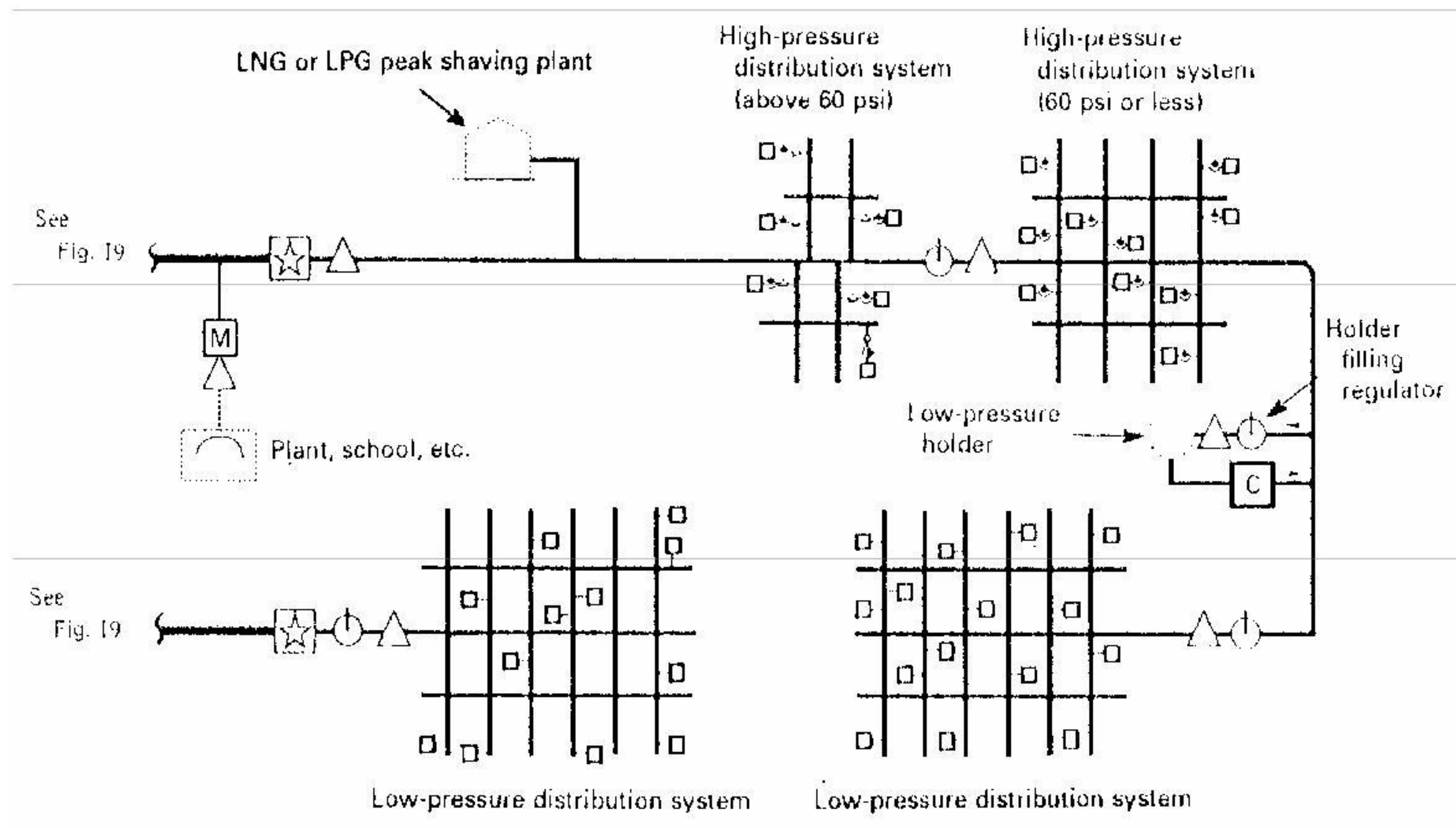




**Gambar Q2 Ruang lingkup ASME B31.8, transmisi perpipaan darat**

**Figure Q2 Scope of ASME B31.8 transmission piping onshore**





**Gambar Q3 Ruang lingkup ASME B31.8, perpipaian distribusi**

**Figure Q3 Scope of ASME B31.8 distribution piping**

**GENERAL NOTE** Facilities and piping indicated by solid lines are within the scope of ASME B31.8

	Main line (pipeline) transmission line
	Gas main or distribution main
	Gas service line
	Overpressure protection device for pipelines and mains
	Service line with meter and no service regulator (low-pressure distribution system)
	Service line with meter and one service regulator (high-pressure distribution system not over 60 psi)
	Service line with meter and service regulator and series regulator or other protection devices (high-pressure distribution system over 60 psi)
	City gate measuring and pressure regulating station
	Distribution pressure regulating station
	Compressor station
	Meter station



## Lampiran R

### Lampiran informatif R Perkiraan regangan pada penyokan

#### R1 REGANGAN

Regangan dalam penyok dapat diperkirakan menggunakan data dengan cara deformasi inspeksi in-line [ILI] atau dari pengukuran langsung terhadap kontur deformasi. Teknik pengukuran langsung dapat terdiri dari metoda – metoda yang kapabel untuk menjelaskan kedalaman dan bentuk - bentuknya yang diperlukan untuk memperkirakan regangan. Teknik – teknik perkiraan regangan dapat berbeda tergantung pada tipe dan data yang tersedia. Teknik Interpolasi atau matematis lainnya dapat digunakan untuk menggambarkan informasi kontur permukaan dari ILI atau data pengukuran langsung. Walaupun salah satu metoda untuk memperkirakan regangan akan dijelaskan dibawah ini, tidak dimaksudkan dan dianjurkan sebagai teknik untuk pengukuran regangan yang lain. Lihat juga Gambar R1.

#### R2 Perkiraan regangan

$R_a$  adalah radius permukaan pipa awal, sama dengan  $1/2$  OD nominal pipa. Menentukan radius permukaan OD dari kurva.  $R_1$  dalam sebuah bidang transverse melalui. penyokan. Penyokan dapat membuat pipa sebagian menjadi rata sehingga kurva dari permukaan pipa dalam bidang tranverse searah dengan kurva permukaan awal, dimana  $R_1$  adalah positif. Jika penyokan re – entrant, berarti kurva dari permukaan pipa dalam bidang transverse adalah sebaliknya,  $R_1$  adalah negatif. Menentukan radius kurva,  $R_2$  pada bidang longitudinal melalui penyokan. Bentuk  $R_2$  yang digunakan dibawah ini umumnya selalu negatif. Dimensi lain adalah ketebalan dingsing,  $t$ , kedalaman penyokan,  $d$  dan panjang penyokan,  $L$ .

## Appendix R

### Nonmandatory appendix R Estimating strain in dents

#### R1 STRAIN

Strain in dents may be estimated using data from deformation in-line inspection (ILI) tools or from direct measurement of the deformation contour. Direct measurement techniques may consist of any method capable of describing the depth and shape terms needed to estimate strain. The strain estimating techniques may differ depending on the type of data available. Interpolation or other mathematical techniques may be used to develop surface contour information from ILI or direct measurement data. Although a method for estimating strain is described herein, it is not intended to preclude the use of other strain estimating techniques. See also Fig. R1

#### R2 Estimating strain

$R_a$  is the initial pipe surface radius, equal to  $1/2$  the nominal pipe OD. Determine the indented OD surface radius of curvature,  $R_1$  in a transverse plane through the dent. The dent may only partially flatten the pipe such that the curvature of the pipe surface in the transverse plane is in the same direction as the original surface curvature, in which case  $R_1$  is a positive quantity. If the dent is re-entrant, meaning the curvature of the pipe surface in the transverse plane is actually reversed,  $R_1$  is a negative quantity. Determine the radius of curvature,  $R_2$  in a longitudinal plane through the dent. The term  $R_2$  as used herein will generally always be a negative quantity. Other dimensional terms are: the wall thickness,  $t$ ; the dent depth,  $d$ ; and the dent length,  $L$ .



(a) Menghitung bengkoan regangan pada arah sirkumferensial adalah

$$\varepsilon_1 = t (1/R_0 - 1/R_1)$$

(b) Menghitung bengkoan regangan pada arah longitudinal adalah

$$\varepsilon_1 = -t/R_2$$

(c) Menghitung perpanjangan regangan pada arah longitudinal adalah

$$\varepsilon_1 = (1/2) (d/L)^2$$

(d) Menghitung regangan pada permukaan dalam pipa adalah

$$\varepsilon_i = [\varepsilon_1^2 - \varepsilon_1 (\varepsilon_2 + \varepsilon_3) + (\varepsilon_2 + \varepsilon_3)^2]^{1/2}$$

dan regangan pada permukaan luar pipa adalah

$$\varepsilon_0 = [\varepsilon_1^2 + \varepsilon_1 (-\varepsilon_2 + \varepsilon_3) + (-\varepsilon_2 + \varepsilon_3)^2]^{1/2}$$

(a) Calculate the bending strain in the circumferential direction as

$$\varepsilon_1 = t (1/R_0 - 1/R_1)$$

(b) Calculate the bending strain in the longitudinal direction as

$$\varepsilon_1 = -t/R_2$$

(c) Calculate the extensional strain in the longitudinal direction as

$$\varepsilon_1 = (1/2) (d/L)^2$$

(d) Calculate the strain on the inside pipe surface as

$$\varepsilon_i = [\varepsilon_1^2 - \varepsilon_1 (\varepsilon_2 + \varepsilon_3) + (\varepsilon_2 + \varepsilon_3)^2]^{1/2}$$

and the strain on the outside pipe surface as

$$\varepsilon_0 = [\varepsilon_1^2 + \varepsilon_1 (-\varepsilon_2 + \varepsilon_3) + (-\varepsilon_2 + \varepsilon_3)^2]^{1/2}$$

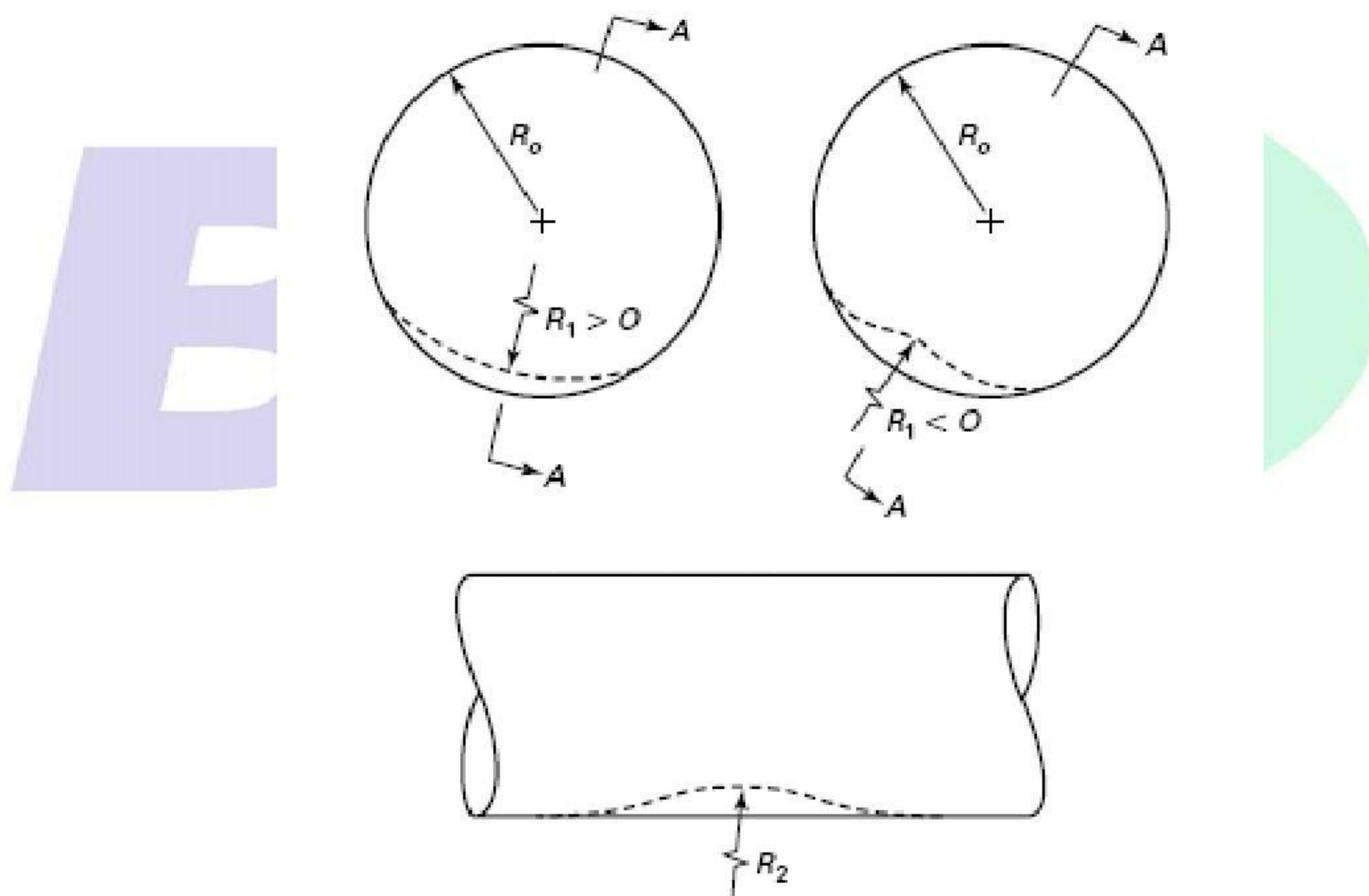


Fig. R1 Method for Estimating Strain In Dents













**BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN**  
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4  
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270  
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : [bsn@bsn.go.id](mailto:bsn@bsn.go.id)